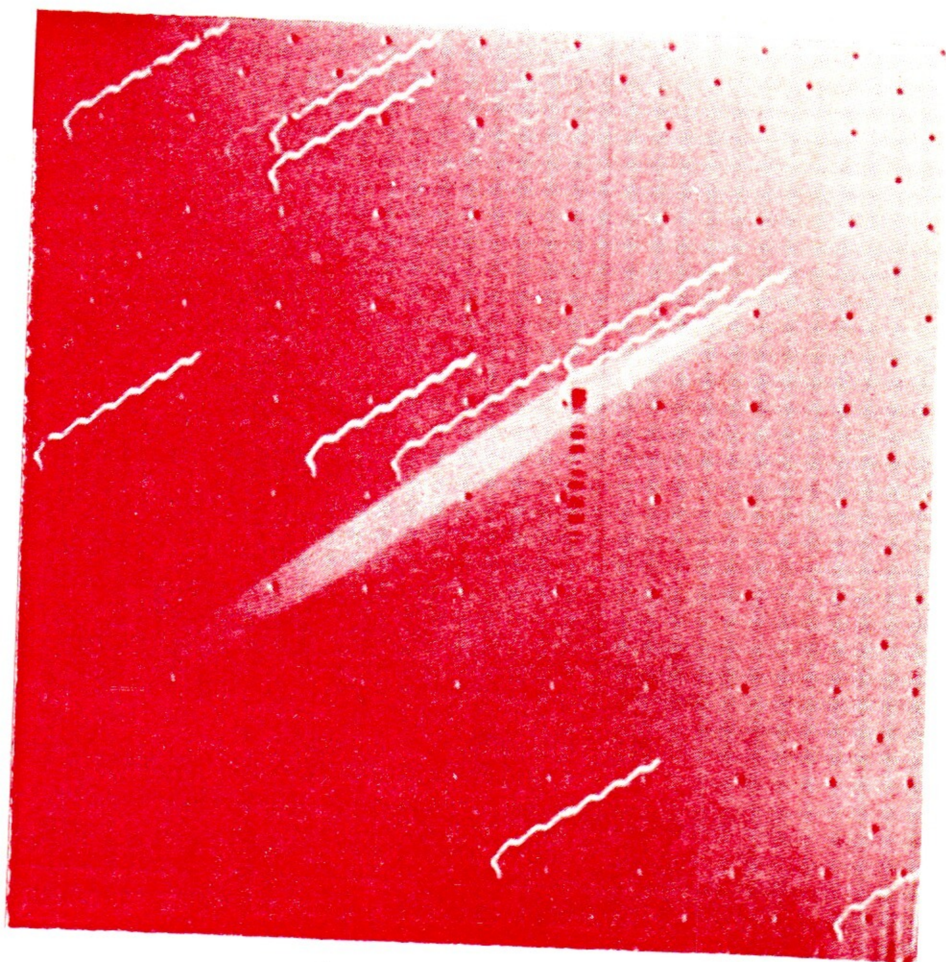


ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ
АСТРОНОМСКО ДРУШТВО "РУЂЕР БОШКОВИЋ"
БЕОГРАД • УДК 52 (05) • YU ISSN 0506 4295

Сл. 1. Први доказ о постајању прстена око Јупитера представљала је ова слика коју је снимио „Војаџер 1“ Вишеструка слика веома танког прстена слабог сјаја види се као широка светла трака у центру слике. Ова вишеструка слика и издужене таласасте линије које представљају звезде у позадини, настале су у току експозиције од 11 минута и 12 секунди у току које се космички брод кретао и лагано осциловао. Црне тачке на слици су калибрационе тачке у камери.



1982 2

ГОДИНА XXX
КЊИГА VII

VASIONA

REVUE D'ASTRONOMIE

ANNÉE XXX
1982 № 2
BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yougoslavie

САДРЖАЈ

CONTENTS

All papers have short abstracts in English.

ВАСИОНА, часопис за астрономију. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић" уз учешће Републичке заједнице за науку СР Србије. Адреса уредништва и администрације: 11000 Београд. Калемегдан, Народна опсерваторија. Тел. 624-605. Рукописи се не враћају. Годишња претплата НД 80. За иностранство 160. За ученике, ако поруче најмање 10 примерака НД 50. Поједини број НД 20. Претплату слати у корист рачуна број 60806—678—6639

„Васиона" бр. 2 1982. година XXX, књига VII, стр. 25—.48 штампано јула 1982. На основу мишљења Републичког секретаријата за културу број 413-665/74-02 од 27. XII 1974. ово издање је ослобођено пореза на промет

Штампа: НИГРО „Привредни преглед", Београд, Маршала Бирјузова 3—5.

ВАСИОНА ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ ГОДИНА XXX 1982 БРОЈ 2 БЕОГРАД

UDC 523.64—54 : 523.64—59

DINAMIČKA EVOLUCIJA I RASPAD KOMETA

*Lubor Kresak**)
Astronomski institut Slovačke akademije nauka, Bratislava, Čehoslovačka

Naš planetarni sistem obuhvaćen je ogromnim, približno sfernim oblakom kometa koji se prostire do udaljenosti od Sunca više od 1000 puta većoj od one na kojoj se nalazi i najudaljenija planeta. Oblak se sastoji od pojedinačnih objekata čiji je broj možda veći i od broja zvezda u Galaksiji. Imajući ovo u vidu može se činiti pogrešnim zvati komete „međuplanetarnim objektima". Ipak, upravo je međuplanetarni prostor, ne mnogo dalje od Saturnove putanje, taj u kome se komete jedino mogu posmatrati. Kako su nekim kometama potrebna milioni godina da uđu u ovu oblast i pošto mnoge od njih ovamo uopšte i ne dođu, možemo smatrati da poznajemo samo jedan neznatan deo njihove ukupne populacije.

Važnija od samog broja kometa i ogromnog prostora koji one zauzimaju je njihova uloga u evoluciji Sunčevog sistema. Tzv. „nove" komete su uzorci najprimitivnijeg stanja materije, praktično neizmenjene procesima koji su uticali na evoluciju planeta, satelita i asteroida. I pored te svoje starosti i spore opšte evolucije, pojedine komete su izložene nizu brzih procesa, koji se dešavaju bukvalno pred našim očima: drastične promene putanja prilikom bliskih prolaza pored planeta, nastajanje i nestajanje velikih koma i repova, cepanje njihovih jezgara, iznenadna pojačanja ili slabljenja sjaja.

Evolucija kometa može se podeliti u dve glavne faze: formiranje kometnog oblaka i njegova potonja evolucija. Svojim klasičnim radom objavljenim pre tridesetak godina Oort (1950) je podstakao veliki napredak u ovoj istraživačkoj oblasti, praveći jasnu razliku između dva pitanja, gde komete nastaju i odakle danas dolaze. Zahvaljujući Oortovom konceptu sadejstva zvezdanih i planetnih poremećaja i primeni moderne računske tehnike, svedoci smo brzog napretka u razumevanju druge faze evolucije. O prvoj fazi, međutim, i dalje postoje protivrečna mišljenja.

Različiti autori stavljaju mesto nastanka kometa praktično svuda između asteroidnog prstena i međuzvezdanog prostora na rubu Sunčevog sistema. Mogućnost stalnog dolaženja iz spoljnjeg prostora je odbačena na osnovu činjenice da ni jedna do sada posmatrana kometa nije imala hiperboličnu putanju u skladu sa relativnim kretanjima u okolini Sunčevog sistema.

Glavna primedba da se efektivni proces sažimanja dešava daleko van putanja spoljnih planeta je izuzetno velika gustina materije potrebna za formiranje kilometarskog kometnog jezgra. Kako se približavamo Suncu i gustina postaje veća, javljaju se ozbiljne poteškoće u vezi sa činjenicom da bi izuzetno velika početna populacija i ukupna masa bile potrebne da stave dovoljan broj objekata sa približno paraboličnim putanjama.

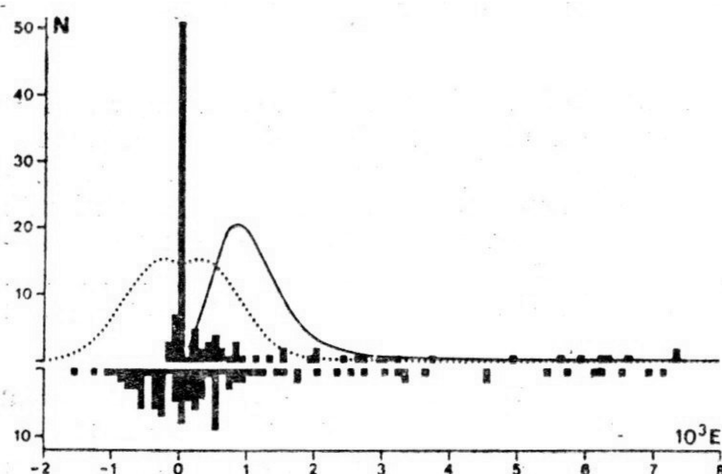
Izgleda, međutim, da se ovaj problem može lakše prevazići nego onaj male gustine. Takođe je bila predložena hipoteza da su komete ostaci raspada ranije postojeće velike planete, do kojeg je došlo pre oko 5 miliona godina, ili da one i danas nastaju u vulkanskim erupcijama na planetama i satelitima, odnosno putem gomilanja meteorskih čestica u meteorskim potocima, no nijedna od ovih hipoteza nije se mogla uskladiti sa posmatračkim dokazima. Pregled i diskusija raznih teorija o poreklu kometa može se naći kod Delsemmea[1]).

Koliko god se čudnim može činiti na prvi pogled, posmatrački podatak da kometni oblak nije spljošten u nekoj posebnoj ravni (napr. ekliptici) ide u prilog pretpostavci o nastanku kometa unutar Sunčevog sistema i zajedno sa Sunčevim sistemom. Izračunavanja modela pokazuju da su zvezdani poremećaji morali učiniti slučajnom orijentacije putanjskih ravni kometa u periodu kraćem od vremenskog intervala proteklog od nastanka Sunčevog sistema. S druge strane, nedavni

*) Dr. L. Kresak radi u Institutu za astronomiju u Bratislavi; član je Slovačke akademije nauka, podpredsednik Međunarodne astronomske unije i predsedavajući Radne grupe za komete Komisije 20 MAU. Istaknuti je istraživač u oblasti dinamike malih tela Sunčevog sistema i suotkrivač periodične komete 1858 III nazvane *P/Tuttle- Giacobini-Kresak.* Njegovo ime nosi i asteroid broj 1849.

zahvat nekog međuzvezdanog oblaka, bez očuvanja predominantne ravni kretanja, zahtevao bi krajnje nerealnu relativnu brzinu pri susretu od oko 1/100 dela brzine kretanja okolnih zvezda.

Izgleda zato najverovatnijim da komete nastaju putem sažimanja u oblasti između Urana i Neptuna, dok Jupiter i Saturn učestvuju u njihovom prebacivanju u Oortov oblak. Granice oblaka određene su stabilnošću putanja u odnosu na galaktičke poremećaje, a oblak se postepeno sažima pri uzastopnim prolazima zvezda kroz njega, kada ove skidaju njegove spoljašnje ljuske. U vezi sa kasnijom dinamičkom evolucijom pojedinačnih kometa mora se istaći da je njihov dolazak sa udaljenosti od 30 000 do 100 000 AJ, potvrđen na osnovu posmatranja njihovog kretanja u blizini Sunca. To je ilustrovano Slikom 1.



Sl. 1

Raspodela „energije veze" E (= recipročno, velikoj poluosi 1/a u AJ⁻¹) za 111 najtačnije određenih dugoperiodičnih kometnih putanja.

Gornji histogram odnosi se na originalne putanje pre ulaska u međuplanetarnu zonu, dok se donji odnosi na putanje istih kometa nakon njenog napuštanja. Oštri vrh na $0 < E < 10^{-4}$, koji formiraju nove komete, sasvim se gubi već nakon prvog prolaza između planeta. Tačkasta kriva pokazuje teorijsku raspodelu energija odmah nakon prolaza, a puna kriva predstavlja iste vrednosti popravljene za verovatnoću da će se sledeće pojavljivanje desiti u nekom određenom vremenskom intervalu. Ova poslednja kriva težila bi da se niveliše sa porastom broja revolucija. Zbog boljeg razlikovanja, krive su nacrtane u skali uvećanoj za faktor 10 u odnosu na histograme.

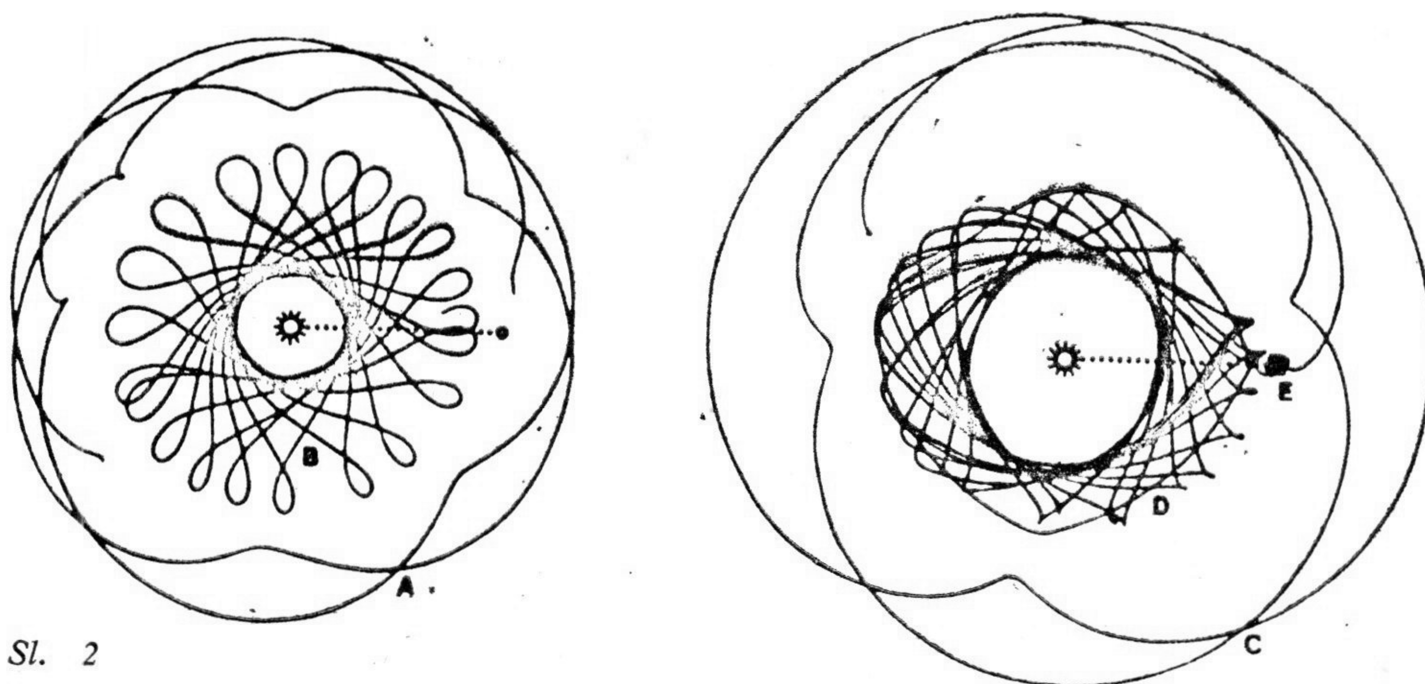
Dok donji histogram prilično dobro odgovara (u granicama slučajnih fluktuacija u malom uzorku) tačkastoj krivoj, ,očigledna razlika postoji između gornjeg histograma i pune krive. Ova razlika pokazuje da su skoro sve nove komete morale biti posmatrane pri njihovom prvom prolazu pored Sunca i da se one više nikad neće vratiti kao objekti koji se mogu posmatrati. Pošto ne pokazuju destruktivne promene na luku putanje na kojem se mogu posmatrati (koji često prelazi 180° u pravoj anomaliji i gde se prima polovina ukupne insolacije po revoluciji) izgleda da je smanjenje njihovog sjaja posledica gubljenja tankog prvobitnog površinskog sloja, pre nego potpunog uništenja.

Zbunjujuća činjenica je da se zahteva istovremeni gubitak fizičkog i dinamičkih svojstava novih kometa. U stvari, promene od $\pm 2 \times 10^{-5}$ u E, koje bi se mogle detektovati u statistici kometnih putanja, tipične su za prelaze na $q \sim 15$ AJ, dok se snažno izbacivanje gasova javlja tek na $q < 3$ AJ, kad počinje isparavanje vodenog leda. Odsustvo kometa dinamički starih, ali fizički novih, podrazumevalo bi bitno fizičko starenje na udaljenosti od Sunca većim od 10 AJ, što ne izgleda verovatno, ili neki proces obnavljanja koji bi se odvijao na rubu Oortovog oblaka.

Nakon prvog prolaza kroz planetarnu zonu skoro polovina novih kometa biva izbačena po hiperboličnim putanjama. One više nisu gravitaciono vezane za Sunčev sistem, ali nastavljaju da slede njegovo kretanje kroz Galaksiju. Njihovo udaljavanje je vrlo sporo pošto su im rezidualne brzine u odnosu na Sunce male: tipično 0.3 do 1 km/s za komete koje su prošle unutar putanje Jupitera. Verovatnoća napuštanja opada na manje od 1/4 nakon drugog prolaza i nastavlja da i dalje opada. U isto vreme komete postaju praktično imune na peremene perihelskog rastojanja usled zvezdanih poremećaja, izuzev ako im planetni poremećaji ne vrate afele na rub oblaka. To zbog toga što na originalnoj putanji sa $E = 5 \times 10^{-5}$ bude, u proseku, jedna zvezda koja prođe pokraj Sunca na rastojanju manjem od udaljenosti kometinog afela po jednoj revoluciji komete, dok posle prosečnog porasta na $E = 7 \times 10^{-4}$ nema više od jednog takvog slučaja na 10 000 revolucija.

Statističke efekte zvezdanih i planetnih poremećaja istraživali su mnogi autori i dobijeni su saglasni rezultati uprkos korišćenju sasvim različitih prilaza i tehnika. Prosečni period revolucije kometa koje nisu izbačene opada sa brojem povrataka N, tako da je $E\,(= 1/a)$ proporcionalno $N^{1/2}$, a period $P \sim N^{-3/4}$. Za početna perihelska rastojanja $q < 4$ AJ treba oko 1000 revolucija da se period smanji na 200 godina.

Na ovoj etapi, međutim, dolazi do definitivne selekcije objekata za ubrzanu evoluciju. To su komete malog nagiba ($i < 10°$) sa perihelima u blizini putanje Jupitera (4 AJ $< q <$ 6 AJ), kod kojih je broj povrataka potreban za postizanje istog efekta umanjen za faktor ~20. Everhart ovo naziva zonom zahvata; slične zone postoje i u blizini drugih spoljnih planeta, ali su njihove efikasnosti zahvata mnogo manje. Jednom kad se dostigne kratak period, uporedljiv sa periodom Jupitera, ne može se više primenjivati konvencionalna Monte Carlo procedura, pošto period—period rezonancije mogu dugo vremena zadržati komete na libracionim putanjama.



Sl. 2

Slika 2. prikazuje nekoliko interesantnih primera putanja koje opisuju kratko-periodične komete u referentnom sistemu koji rotira u skladu sa heliocentričnim kretanjem Jupitera. Dve komete na levoj strani kreću se po prilično stabilnim putanjama, jedna van a druga unutar putanje Jupitera. Period koji bi bio bliži rezonanci 2 : 1 doveo bi čak do toga da se na ovoj poslednjoj trajektoriji prave petlje, uz vekovno izbegavanje Jupiterove blizine, formirajući od njih potkovičaste snopove.

Kako je uzorak od oko 100 poznatih kratko-periodičnih kometa suviše mali da dozvoli demonstriranje svih interesantnih mogućnosti, drugi deo slike je sastavljen od stvarnog objekta i dva odnosna objekta-modela. Spoljna trajektorija pokazuje prilaz *P*/Oterma Jupiteru. Posle susreta, ova kometa je načinila tri obrta po unutrašnjoj putanji: zahvaljujući rezonanci 3 : 2, ponovo je prošla blizu Jupitera i bila izbačena na putanju sličnu onoj koju je imala i pre zahvata.

Za modelne objekte je usvojeno da prilaze planeti po sasvim istoj putanji kao i *P*/Oterma, no prethodeći joj za 1 $^\circ_.$ 0, odnosno 1 $^\circ_.$ 5 u srednjoj anomaliji. Jedan od njih ostaje na unutrašnjoj putanji više od 250 godina, dok drugi postaje satelit Jupitera za najmanje jedno stoleće. Pod izuzetnim okolnostima (negravitaciono usporenje, uticaj Galilejevih satelita) njihova kretanja mogla bi se čak potpuno stabilizovati.

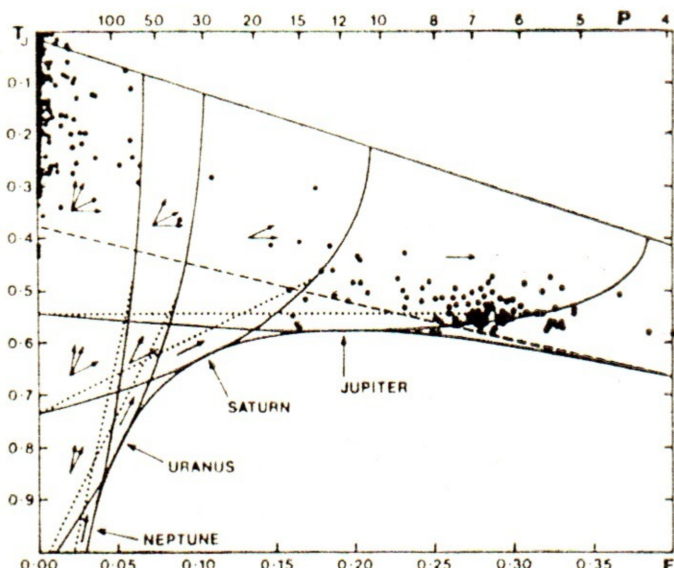
Glavna prepreka objašnjenju porekla kratko-periodičnih kometa je dugo vremena bilo teorijsko očekivanje da otprilike 1/4 zahvata od strane Jupitera sa dugo-periodičnih putanja treba da ima za posledicu retrogradno kretanje, a što je u očiglednoj protivrečnosti sa posmatranjima. Ovaj problem je rešen, u izvanrednoj saglasnosti, integracijom unazad putanja stvarnih kometa i integracijom unapred modelnih putanja.

Pokazalo se da su tu prisutni višefazni zahvati pri ponovljenim susretima sa planetom, koji su smanjivali ekscentričnosti i nagibe. Jasniji uvid može se steći ako grafički prikažemo Tisserandovu invarijantu T u odnosu na Jupiter (tj. integral energije u referentnom sistemu koji rotira u skladu sa revolucijom planete) u zavisnosti od veličine energije veze E.

Na grafiku (Slika 3.) su označene oblasti u kojima su susreti sa raznim planetama mogući, kao i rezultujući pravci premeštanja. Najduže, najefektivnije interakcije dešavanju se duž granica ovih oblasti i na malim nagibima. Krivina granica sprečava jednofazne zahvate ili izbacivanja u trakama između njih i tačkastih linija. Zato objekat sa velikom Tisserandovom invarijantom ($T > 0.544$) i malom neporemećenom jovicentričnom brzinom (<5.4 km/s) ne može biti izbačen od strane Jupitera na hiperboličnu putanja i ne može biti zahvaćen iz Oortovog oblaka samo od strane Jupitera.

Izvesno malo preklapanje moguće je zbog pojednostavlenja koja su sadržana u definiciji invarijante i veličini sfere dejstva Jupitera. Ipak, treba konstatovati da polovina poznatih kratko-

periodičnih kometa zauzima oblast gde je pomoć drugih planeta bila potrebna — uprkos manjoj verovatnoći njihovog detektovanja zbog većih perihelskih rastojanja.



Sl. 3

Neobična osobina raspodele dugo-periodičnih kometa po apsolutnoj magnitudi je njen nagli prekid na M = *12, koji sugeriše da uopšte ne postoje objekti slabijeg sjaja. Ovo je zaključeno na osnovu nezavisnosti raspodele apsolutnih magnituda od minimalnog geocentričnog rastojanja.*

Slika 3. takođe objašnjava zašto je samo nekoliko kometa definitivno zahvaćeno na kratko-periodičnim putanjama. Svega 20% poznatih dugo-periodičnih kometa pada unutar margina dijagrama (u gornjem levom delu), a nijedna nema dovoljno veliku Tisserandovu invarijantu da bi predstavljala potencijalni član Jupiterove familije — čak i ako se desi bliski susret sa planetom. Očigledno je takođe zašto posmatranja ne mogu da potvrde prisustvo nekog drugog rezervoara kometa u oblasti spoljnih planeta.

Bez obzira da li kometa dolazi iz ove oblasti (donji levi ugao, $E > 0.02$) ili iz Oortovog oblaka (levi rub, $E < 10^{-4}$) evolucioni putevi konvergiraju pre nego se perihelsko rastojanje smanji dovoljno da omogući detekciju komete. Ova nejasnoća, kombinovana sa nedovoljnim informacijama o raspodeli veličine najvećih kometnih jezgara, čini da je vrlo teško dati pouzdanu ocenu sadašnje i originalne mase čitavog kometnog sistema.

Poznavanje početnog stanja omogućilo bi, u principu, detaljnu rekonstrukciju dugotrajne statističke evolucije sistema kometa između otvorene spoljne granice određene oslobađanjem od Sunca (napuštanje po hiperboličnim putanjama) i refleksivne unutrašnje granice određene privremenim vezivanjem afela za Jupiter. Međutim, dinamička evolucija je povezana sa raspadom kometa koji ograničava njihov životni vek, pa je ovaj, za neke tipove putanja, mnogo kraći od starosti sistema.

Zato čisto dinamičko rešenje ne može reprodukovati stvarnu situaciju. I dok stalni gubitak kometa isključuje mogućnost „stalnog stanja" sistema u celini, mora da postoji neko kvazi-stalno stanje u njegovom unutrašnjem delu, gde kratke evolucione vremenske skale zahtevaju ravnotežu između gubitka zbog izbacivanja i uništenja, i dolaženja novih objekata iz drugih oblasti.

Prvi znak starenja je prelaz nove komete u staru, verovatno zbog uklanjanja prvobitnog, vrlo aktivnog površinskog sloja već nakon prvog prolaza pored Sunca. Kao što je već rečeno, ovaj događaj eliminiše veliku većinu novih objekata, čineći ih u najmanju ruku daleko manje sjajnim pri narednim pojavljivanjima.

Prilikom svakog prolaza kometa gubi nešto od svojih isparljivih sastojaka, pri čemu gasovi koji napuštaju telo povlače za sobom i nešto čvrstog materijala. Gasovi i finija prašina odlaze iz Sunčevog sistema po hiperboličnim putanjama (pri čemu granična vrednost veličine ovih čestica prašine u velikoj meri zavisi od energije veze E i od njihovih optičkih osobina), dok veće čestice ostaju na eliptičnim putanjama, formirajući meteorske potoke.

Termička inercija površine pomera oblast najvećeg gubitka mase iz subsolarne tačke u pravcu rotacije jezgra. Rezultujući moment je odgovoran za negravitacione efekte u kometinom kretanju, koji su lako uočljivi prilikom ponovnih ponavljivanja kratko-periodičnih kometa i koji uzrokuju polu-pravilne promene perioda revolucije, od obično 0.001% (na $q = 2$ AJ) do 0.005% (na $q = 1$ AJ) po jednoj revoluciji. Zajedno sa ograničenom tačnošću položajnih merenja, oni onemogućuju pouzdanu integraciju kretanja kratko-periodičnih kometa u periodu dužem od nekoliko stoleća (strogo govoreći, za više od dva bliska prilaza planetama) i to i unapred i unazad u vremenu.

Progresivno skidanje spoljnih ljuski teži da smanji veličinu jezgra i, u isto vreme, da ga prekrije prošaranom čvrstom korom koja štiti dublje slojeve isparljivih materija od direktnog osunčavanja. Bez obzira na relativan doprinos ova dva procesa, koji može biti različit za razne objekte i evolucione faze, odgovarajuće starenje mora rezultovati u progresivnom smanjenju sjaja. Ovakvo smanjenje je i detektovano upoređenjem fotometrijskih posmatranja kratko-periodičnih kometa pri raznim pojavljivanjima, ali se kvantitativna eksploatacija nije slagala sa kasnijim posmatranjima kometa kojima su bili prognozirani skori datumi smrti.

Ovo neslaganje je izgleda posledica izvesnog broja selektivnih efekata, a naročito rastuće proporcije posmatranja koja se vrše velikim teleskopima, a koji registruju samo krajnje unutrašnje kondenzacije u komi. Uz nekoliko izuzetaka, nepravilne varijacije sjaja kometa izgleda da u potpunosti maskiraju opšte tendencije.

Pored opšteg starenja postoje i pojedinačni događaji koji mogu uticati na tempo evolucije u priličnoj meri. Sudari sa planetama su mogući, ali suviše retki da bi imali statički značaj. Nijedan takav slučaj nije do sada posmatran, a verovatnoća sudara je oko 1.3×10^{-7} po jednom prolazu kroz celu planetarnu oblast na dugo-periodičnoj putanji. Ovaj podatak već uključuje prolaze kroz Rocheove granice planeta koji uzrokuju plimsko cepanje jezgra, kao što je posmatrano za P/Brooks 2 1889. godine, nakon njenog bliskog prolaza pored Jupitera 1886. godine.

Plimsko cepanje jezgra od strane Sunca je uobičajeno za Kreutzovu grupu kometa, a koja je i sama produkt postepenog raspada jedne, izuzetno velike komete. Bilo je i 18 posmatranih slučajeva cepanja bez očiglednog razloga. To se dešava u proseku jednom u 12 revolucija dugo-periodičnih kometa i jednom u 90 revolucija kratko-periodičnih kometa.

Bilo je mišljenja da je cepanje novih kometa daleko češće od cepanja starih kometa, ali je ovo izgleda efekat posmatračke selekcije. Neka izračunavanja modela poistovećuju cepanje sa potpunom eliminacijom komete, što je pogrešno; posmatranje su pokazala prilično mirno odvajanje malih fragmenata, što ne bi trebalo da značajnije smanji životni vek glavne komponente.

S druge strane, cepanje velikih roditeljskih objekata moglo bi izazvati privremeni porast broja aktivnih objekata, kao u slučaju Kreutzove grupe. Öpik je čak predložio hipotezu da raspodela kometnih putanja odražava zajedničko poreklo desetina kometnih grupa i parova i da takve porodice mogu sačinjavati većinu ukupne populacije kometa. Kasnije analize su pokazale, međutim, da ove putanjske sličnosti mogu biti objašnjene posmatračkom selekcijom i slučajnom podudarnošću.

Kombinacija svih procesa koji utiču na starenje određuje životne vekove pojedinačnih kometa kao aktivnih objekata, u zavisnosti od njihove prvobitne veličine, sastava i otpornosti, te promenljivog perihelskog rastojanja i perioda revolucije. Posmatrački dokazi govore o prosečnom životnom veku od oko 400 revolucija za Jupiterovu porodicu kometa i 200 revolucija za periodične komete Halleyevog tipa, na $q = 1$. Ovi brojevi su u saglasnosti kako sa ocenom od 200 do 500 revolucija, baziranom na upoređenju posmatrane raspodele energije i njegovog dinamičkog modela, tako i sa ocenom od 300 revolucija koju je dao Dobrovolskij.

Moguće je da sastav kometa nije uniforman i da su samo neke od njih, 15% prema Weissmanu, u stanju da se odupru brzom uništenju. Prilično je iznenađujuće da ne postoje posmatrački dokazi o značajnijim fizičkim razlikama između novih i starih, ili dugo-periodičnih i kratko-periodičnih kometa.

Mora se takođe imati u vidu da možda postoji više od jednog aktivnog perioda fizičkog starenja za svaku kometu. Prelaz na putanju sa velikim perihelskim rastojanjem može prekinuti proces raspada sve dok poremećaji ponovo ne dovedu kometu bliže Suncu. Može se takođe desiti da isparljivi materijali skriveni ispod površinske kore obnove aktivnost komete koja inače miruje, ako se nađu na površini usled sudarnog ili rotacionog raspada.

Neobična osobina raspodele dugo-periodičnih kometa po apsolutnoj magnitudi je njen nagli prekid na $M = 12$, koji sugeriše da uopšte ne postoje objekti slabijeg sjaja. Ovo je zaključeno na osnovu nezavisnosti raspodele apsolutnih magnituda od minimalnog geocentričnog rastojanja i činjenice da su skoro sve dugo-periodične komete posmatrane u blizini Zemlje bile sjajni objekti vidljivi golim okom.

Šta se dešava na kraju kometinog života još uvek je nejasno. Veći neaktivni objekat koji se kreće po kometnoj putanji nikad nije posmatran. Između skoro 2500 numerisanih asteroida samo za 944 Hidalgo, 2060 Chiron i 4 ili 5 Apollo objekata kometna priroda izgleda dinamički moguća, ali je identifikacija Apollo objekata kao roditeljskih tela za meteorite nespojiva sa kometnim poreklom. Prema Froeschleu i Rickmanu manje od 1% Apollo i Amor objekata moglo bi se identifikovati sa ugašenim kometama. Upoređivanje raspodele veličine kometa sa raspodelom meteoroida od kojih nastaju bolidi, sugeriše da se većina kometnih jezgara raspada u prilično velike stene kada se njihova zaliha isparljivih materija iscrpi.

Preveo Mr Zoran Knežević

Primljeno oktobra 1981.

[1] Delsemme A.H, (ed.): „*Comets, Asteroids, Meteorites*", Univ. Toledo, OHIO, pp 453—457

ON THE DYNAMICAL EVOLUTION AND DESTRUCTION OF COMETS

L. Kresak

Current concepts of the origin evolution of comets are reviewed.

UDC 523.45—862

ЈУПИТЕРОВ ПРСТЕН

Милан С. Димитријевић

Институт за примењену физику, Београд

Јупитер, који с правом заслужује ово име, не само да је највећа планета Сунчевог система, него је скоро два и по пута масивнији од свих осталих заједно. Познато је да је хемијски састав Јупитера сличан саставу Сунца, али по грађи ова планета не личи ни на звезду ни на било коју планету Земаљске групе. Јупитер је скоро у целини гасовито и течно тело осим малог, гвоздено-силикатног језгра у центру, у коме температура достиже 30 000 K. Изнад овог језгра, налази се слој течног водоника дебљине 70 000 km, који заузима готово целу запремину планете, чији је радијус на екватору 71 398 km. Као што видимо, тешко да ће се астронаути некада спустити на Јупитер, утолико пре што и атмосфера, са олујама при којима ветрови у екваторијалним областима свакодневно дувају брзином од 400 km на сат, и пражњењима према којима су муње и громови на Земљи дечија играчка, онемогућава боравак људи на овој планети.

Дебљина атмосфере је око 1000 km. Горњи слој облака састоји се од кристалића амонијака, средњи од амонијум бисулфида а доњи од кристалића воде. Присуство аморфног црвеног фосфора, водоничних и амонијачних полисулфида и сумпора боји Јупитер црвеном, браон и жутом бојом.

Неколико стотина година, атмосфера Јупитера крила је велику загонетку, која је распаљивала машту писаца научно-фантастичних романа. То је велика црвена пега, коју је Д. Касини открио 1665. године. Данас је установљено да је ова творевина, широка 14 000 km а дугачка 30—40 000 km уствари „око" џиновског торнада који траје већ стотинама година и према коме су најјачи Земаљски урагани само обични поветарци. Данас чак знамо како мирише црвена пега. Захваљујући присуству фосфина, који је главни састојак ароме белог лука и црвена пега би требало да има такав мирис.

Један од сензационалних резултата који су добијени приликом проласка „Војаџера 1", марта 1979. поред Јупитера, представља откриће прстена око ове планете. Можда би уместо открића правилније било употребити израз потврда, пошто је претпоставку о постојању прстена око Јупитера изнео још 1960. године совјетски астроном С. К. Всехсвјатскиј а 1976. године су на такву могућност указали и амерички физичари М. Екуна и Н. Нес, јоји су вршили анализу података са „Пионира 11" о расподели наелектрисаних честица у Јупитеровој близини.

Јупитеров прстен је дебео мање од једног километра а широк 6 000 km и налази се на 128 000 km од центра планете, унутар орбите Амалтее. Састављен је од веома тамних честица. Његов сјај је више од 10 хиљада пута мањи од сјаја Сатурновог прстена па га је веома тешко посматрати са Земље. Ипак, група америчких астронома, успела је да га посматра са наше планете, али не у видљивој него у инфрацрвеној области спектра. Димензије честица које чине прстен крећу се од неколико микрона до неколико метара и оне направе круг око Јупитера за око 7 часова. Прстен слабо рефлектује светлост и у свој својој лепоти би се показао тек ономе, ко му се приближава из спољашњих делова Сунчевог система. Ово се дешава услед тога, што се при осветљавању ситних честица, највећи сјај добија у смеру који је супротан од смера ка извору светлости.

По свему судећи, прстен је уствари неформирани сателит који се налази толико близу планете да је услед деструктивног деловања плимских сила (сила које изазивају плиме и осеке) постојање сателита теоријски немогуће. Радијус унутар кога не могу да постоје сателити назива се радијус Роша и износи 2.4 радијуса планете, а ако је унутар овог радијуса требало да се формира сателит, може настати прстен.

Пошто је 1977. године откривен и прстен Урана, сада се зна да све џиновске планете осим Нептуна имају прстенове. Ипак, од Галилејевог открића Сатурнових прстенова 1610. године, да открића Јупитерових прстенова 1979. протекло је више од 350 година. Треба напоменути да је Галилеј уствари сматрао да посматра Сатурнове сателите и да је тек Хајгенс после 60 година установио да се ради о прстеновима. Прошло је још око 200 година док енглески физичар Џ. Максвел и руска математичарка С. Ковалевска нису доказали да је то скуп појединачних малих честица а не тврда или течна формација око планете. Прстен око планете је до недавно сматран за изузетну појаву а данас смо свесни да он краси готово све велике планете у нашем Сунчевом систему, постајући од изузетка све више правило.

11. децембра 1980. године група америчких астронома је посматрала пролаз Јупитеровог прстена преко звезде SAO 179756. Посматрања су вршили из специјалног авиона са астрономским инструментима, који је летео изнад Пацифика, 900 km од обала Перуа. Овај

догађај је омогућио да се прстен испита са 30 пута већом раздвојном моћи, тј. било је могуће запазити структуре велике око 20 km. Посматрања су потврдила да је Јупитеров прстен релативно хоморен скуп ситних честица, пошто структуре пречника 20 km или већег нису запажене.

Primljeno marta 1982.

THE RING OF JUPITER

M. S. Dimitrijević

The paper describes the recently discovered ring of Jupiter.

UDC 629.78"198" : 52—13"198".000.629.78

KOSMIČKA ISTRAŽIVANJA 1981/82.

Milan M. Novaković

Astronomsko društvo „Ruđer Bošković"

U nizu događaja koji su se zbili na polju istraživanja kosmosa tokom 1981. godine, svakako najveću pažnju stručnjaka i javnosti uopšte, privukli su letovi sovjetskih kosmonauta i američkih astronauta kao i planetološka istraživanja Saturna, njegovih prstenova i sistema od 17 prirodnih (ili više) satelita ove, druge po veličini planete u Sunčevom sistemu. Kako bi pregled bio što jasniji, učinjen je u vidu svojevrsnog „kosmičkog kalendara", dakle, strogo hronološki uz neke važnije detalje pojedinih misija.

10. mart 1981. Sa kosmodroma Bajkunor startovao je kosmički brod SAJUZ T-4 sa kosmonautima Kovaljonokom i Savinihom kao petom osnovnom posadom orbitne stanice SALJUT. Nastavljen je uspešan i kompleksan program naučnih i tehnoloških istraživanja, a orbitna stanica je dekonzervisana, nastavila da funkcioniše bez greške i posle četiri i po godine od lansiranja (septembar 1977.).

22. mart 1981. SAJUZ-39, sa kosmonautima Džanibekovim i Guragčom (NR Mongolija), stigao je u radnu posetu od nedelju dana, spojivši se sa SALJUTOM-6. Posle izvršenih i programom predviđenih zadataka, brod se uspešno prizemljio u proračunatoj oblasti Sovjetskog Saveza 30. marta.

25. april 1981. U orbitu oko Zemlje lansiran je KOSMOS 1267. Kako su kasnije analize zapadnih stručnjaka pokazale, ne radi se o uobičajenom „teškom" satelitu ove serije, već o masivnoj letelici (oko 15t) koja predstavlja preteču budućih dugovremenih orbitnih stanica modularnog tipa, gde će svaki modul biti specijalizovane namene. Stručnjaci, takođe, pretpostavljaju da je KOSMOS 1267, ustvari centralni deo tih budućih stanica sa najmanje tri mesta za spajanje sa drugim modulima ili transporterima sa ili bez posade. Posle nezavisnog leta u trajanju od šest nedelja, KOSMOS 1267 je bočno spojen sa SALJUTOM-6 19. juna 1981. Ceo orbitni kompleks se sada nalazi u približno kružnoj orbiti na srednjoj udaljenosti od površine Zemlje oko 350 km.

12. april 1981. Prvi eksperimentalni let novog američkog kosmičkog transportnog sistema (*STS — Space Transportation System*) SPEJS ŠALT (*Space Shuttle*). Astronauti Jang (*Young*) i *Kripen* (*Crippen*) proveli su u letu 54 časa i 21 minut, uspešno spustivši orbiter-raketoplan „Kolumbiju" (*Columbia*) na pistu vojnovazduhoplovne baze Edvards (*Edwards*) u Kaliforniji. Ovim letom otvorena je nova etapa u kosmičkim istraživanjima — primena raketa-nosača višekratne upotrebe sa ciljem da se izvođenje korisnog tereta u orbitu učini znatno ekonomičnijim nego do sada. („Vasiona" je u broju 2/3 1981. godine dala opširan prikaz razvoja kosmičkih brodova sa posadom, sa posebnim osvrtom na let SPEJS ŠATLA.)

14. maj 1981. Posada u sastavu Popov i Prunariu (NR Rumunija) kosmičkim brodom SAJUZ-40 učinila je posetu osnovnoj posadi SALJUTA-6 u trajanju od nedelju dana. Rumunski kosmonaut je deveti po redu iz organizacije INTERKOSMOS koji je leteo u programu SALJUT-6 — SAJUZ. Posle izvršenih zadataka, posada se uspešno prizemljila na teritoriji Sovjetskog Saveza 22. maja 1981. Četiri dana kasnije, posle 75 dana provedenih u SALJUTU-6, isto je učinila i posada SAJUZA T-4.

26. avgust 1981. Automatska međuplanetna stanica VOJADŽER-2 (*Voyager*) prošla je pokraj Saturna na rastojanju 101 385 km iznad vrhova gustih oblaka armosfere ovog gasovitog giganta. VOJADŽER-2 je na Zemlju poslao nove snimke detalja atmosfere Saturna, njegovih prstenova i satelita boljeg kvaliteta nego njegov prethodnik VOJADŽER-1. Pre nego što je na Zemlju pristigla poslednja serija fotografija planete, prstenova i satelita, otklonjen je kvar na obrtnoj platformi gde su smeštene kamere i ostali osetljivi instrumenti. VOJADŽER-2 sada hita ka novim odredištima — Uranu i Neptunu. („Vasiona" u broju 4/1981. opširnije izveštava o ovom događaju.)

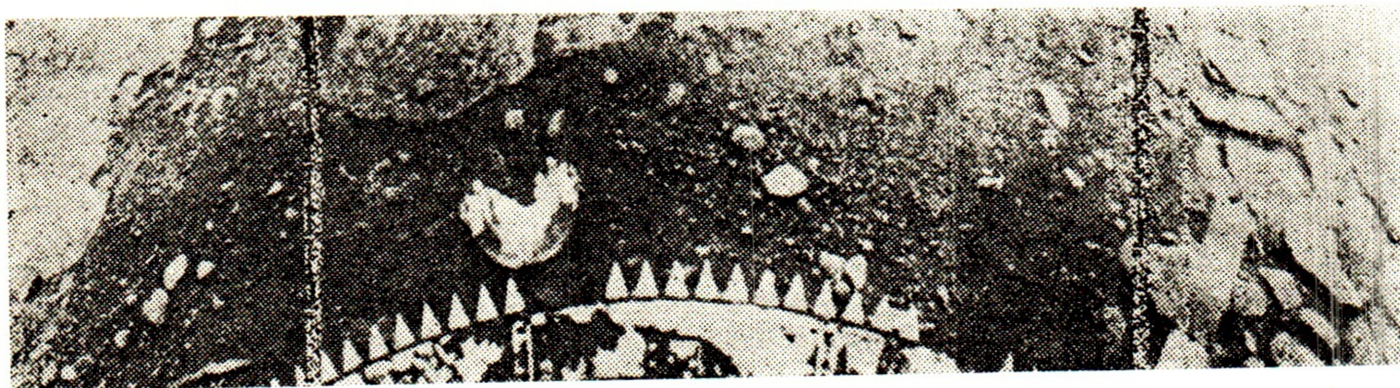
30. oktobar—4. novembar 1981. Ka Veneri su upućene iz Sovjetskog Saveza dve automatske međuplanetne stanice VENERA-13 i VENERA-14.

12. novembar 1981. Drugi let SPEJS ŠATLA i orbitera „Kolumbije" koja je tako postala prva letelica u istoriji „kosmičke ere" koja je obavila dva leta u kosmos. Program leta je skraćen za čitava tri dana, tako da je umesto planiranih pet dana (121 čas) let trajao 9 minuta kraće od prvog — samo 54 časa i 12 minuta zbog kvara na jednoj od 3 gorivne ćelije za snabdevanje orbitera električnom energijom. Mada je let mogao da se obavi i sa preostale dve (jer sve tri nikad odjednom nisu u pogonu), Kontrolni centar u Hjustonu doneo je odulku da se astronauti vrate na Zemlju. Sletanje je proteklo bez greške, na istu pistu kao i kod prethodnog leta. Za dva dana astronauti Ingl (*Engle*) i Truli (*Truly*) obavili su oko 90% predviđenih eksperimenata sa korisnim teretom OSTA 1 koji predstavlja skup od 7 instrumenata za izvršavanje istog broja eksperimenata. Masa kompleta OSTA 1 iznosila je 2 700 kg. To je paleta sa instrumentima koji će se nositi prilikom svakog leta orbitne laboratorije SPEJSLEB (*Spacelab*) Evropske svemirske agencije (*ESA*).

Ovim se završava „kosmički kalendar" za 1981. godinu. Naravno, bilo je i drugih poduhvata koji su interesantni, kao što je nastavak izvođenja satelita svih namena u okviru nacionalnih programa svake od zemalja koja sopstvenim snagama realizuje istraživanje kosmosa. Treba izdvojiti uspešno okončanu eksperimentalnu fazu lansiranja rakete-nosača Evropske svemirske agencije ARIJANA (*Ariane*), čime zapadnoevropske zemlje postaju gotovo potpuno nezavisne od američkih klasičnih nosača ili SPEJS ŠATLA kome, u izvesnom smislu, sada predstavljaju konkurenciju.

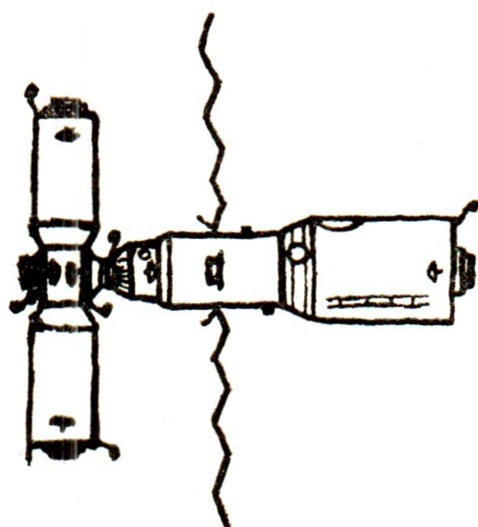
Stranice „kosmičkog kalendara" za ovu, 1982. godinu već su u prvih pet meseci ispunjene bogatim događajima na kosmičkoj sceni.

Prvo, dve sovjetske automatske stanice VENERA-13 i VENERA-14 meko su dodirnule tle Venere, **1.** odnosno, **5. marta,** u predviđenim oblastima. Drugi put u istoriji planetnih istraživanja prispeli su panoramski snimci Venere i to u kolor-tehnici. Prema preliminarnim podacima, osetljivi instrumenti registrovali su po prvi put i prisustvo veće količine argona u atmosferi planete, što je svojevrsno iznenađenje za naučnika. Na licu mesta ispitivane su mehaničke i fizičko-hemijske osobine tla pomoću specijalnog mehaničkog zahvatnika kojim je uzet uzorak sa dubine od 30 mm. Sletajući odseci su funkcionisali preko tri časa (zajedno) što je izvanredan uspeh sovjetske tehnologije.



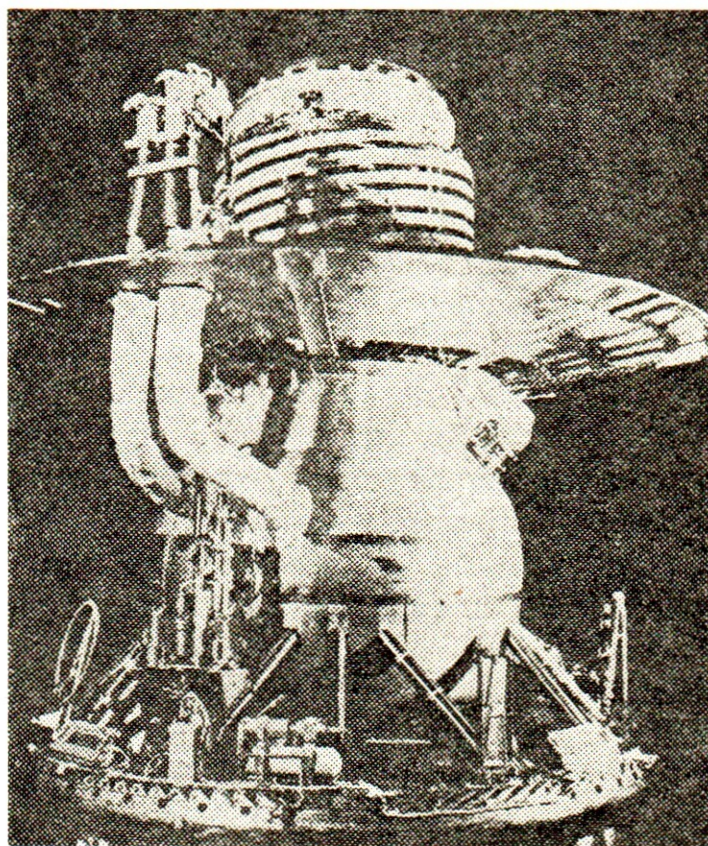
Panoramski (kolor) snimak Venerine površine na mestu spuštanja VENERE-13 (oblast Feba, koordinate 7°30' južne geografske širine i 330° istočne dužine) emitovan 1. marta 1982. Zabeležena je temperatura od 457°C i pritisak od 9 × 10^5 Pa (Fotos nije kompjuterski prečišćen).

Drugi događaj koji je pobudio pažnju i zanimanje naučne i svetske javnosti, bio je treći eksperimentalni let američkog transportera SPEJS ŠATL. Dvojica astronauta Luzma (*Lousma*) i Fulerton (*Fullerton*) startovali su predviđenog datuma (22. mart) iz baze na Kejp Kanaveralu. I ovaj let nije prošao bez manjih nezgoda: na samom startu otpalo je oko 40 pločica na prednjem delu „Kolubije", veza sa kontlronim centrom je održavana uz pomoć petog rezervnog uređaja, otkazale su dve tv-kamere iz paketa sa instrumentima OSS 1 (masa 10 t) koje je orbiter nosio u svom teretnom odseku, a zbog nevremena iznad baze Edvards, „Kolumbija" je produžila let za 22 časa i sletela na dno isušenog jezera baze Vajt Sends u Novom Meksiku (*White Sands, New Mexico*). Let je interesantan jer već od petog leta, SPEJS ŠATL ulazi u operativnu fazu, a sedmodnevna misija biće tipična, osim u slučaju iznošenja SPEJSLEBA, kada se boravak produžava na 30 dana. U realnim uslovima leta ispitan je i specijalni mini-kontejner predviđen za iznošenje malih tereta (oko 90 kg) za vršenje raznih eksperimenata za simbolična materijalna sredstva (NASA-in GAS-PROGRAM).



Sl. 1

Moguć izgled orbitnog kompleksa SALJUT-6 —KOSMOS 1667 (varijanta sa 4 mesta za spajanje).



Sl. 3 Aparat za meko spuštanje VENERE-13 i VENERE-14, mase preko 1.000 kg (maketa).

Na kraju, potrudićemo se da čitaocima, koliko je to ovog momenta moguće, predočimo moguć izgled preostalog dela „kosmičkog kalendara" za ovu godinu:

19. april 1982. Iz Sovjetskog Saveza lansirana nova orbitna stanica SALJUT-7 (parametri orbite: perigej 219 km, apogej 278 km, nagib 51,6°, period 89,2 min). To je pojednostavljena ali znatno savršenija stanica od SALJUTA-6 koji se spojen sa KOSMOSOM 1267 još uvek nalazi u niskoj orbiti. (Sl. 2)

14. maj 1982. SAJUZ T-5 lansiran sa dva kosmonauta koji predstavljaju prvu osnovnu posadu nove orbitne stanice SALJUT-7;

24. jun 1982. Radnu posetu osnovnoj posadi u trajanju od nedelju dana učinio SAJUZ T-6 sa dva sovjetska i jednim francuskim letačem;

29. jul 1982. Četvrti i poslednji eksperimentalni let SPEJS ŠATLA i početak operativne eksploatacije novog kosmičkog sistema.

oktobar 1982. Prvi operativni let SPEJS ŠATLA.

Primljeno maja 1982.

ASTRONAUTICAL INVESTIGATIONS 1981/82

M. M. Novaković

A chronology is given of principal launchings of space probes that have taken place during 1981 and first half of 1982.

UDC 52.000.001.83:001.85:001.83

АМАТЕРИ И ПРОФЕСИОНАЛНИ АСТРОНОМИ

Ђорђе Телеки

Астрономска опсерваторија, Београд

Подела на аматере и на професионалне астрономе једино значи да неки из хобија, задовољства, раде а други за то добијају новац. Школско образовање, припадност струковним организацијама, титуле, итд. не могу да нас раздвоје — важни су резултати рада. А из тих се види да има правих аматера и правих професионалаца, па и „професионалних" аматера и „аматерских" професионалаца. Историја је пуна таквих примера.

Па ако служимо истом циљу, зашто долази до спорова између неких аматера и професионалних астронома? А да има и „великих судара“, навешћу два своја примера.

Недавно сам тужен суду јер је један аматер сматрао да сам ја крив што је организациони одбор једног астрономског научног скупа одбио да уврсти његове радове у дневни ред.

Пре неколико година добио сам чланак једног аматера на оцену и пошто сам дао неповољно мишљење, тај човек ме је једноставно позвао на двобој!

У првом случају заштитио ме је суд, а у другом нисам изашао на двобој па сам тако остао жив.

Веома би упрошћено било рећи — иако не би требало искључити — да је до ових спорова дошло зато што појединци не признају критику или зато што сам ја био нестручан или пак неправедан према њима. Моје је искуство — а могу рећи да по мом виђењу слична мишљења имају и многе друге колеге код нас и на страни — да главни разлог спорова треба тражити у помањкању основних или, како обично кажемо, фундаменталних знања. Ако је неко потпуни аматер, без основних знања из астрономије, физике и математике, он ће лако почети да „лебди“ и да „занемари“ више познатих чињеница па тако долази до „епохалних“ открића. А таквих „открића“, која, по мишљењу аутора, у основи мењају астрономску слику света, било је и биће међу аматерима. То свакако не смета, али се проблем појављује онда када њихове идеје не наилазе на разумевање и када свим силама хоће да изнуде брзо њихово усвајање. Један аматер ми је једном рекао: „Ја немам времена да чекам, мене не интересује слава после моје смрти, ја хоћу славу и почасти сада!“.

Када апелујем на потребу основних знања, свакако не кажем да им треба робовати. Ко робује — био он аматер или професионалац — тешко може да начини значајан корак напред. Али да би се начинио тај корак потребно је доказати, или барем поуздано наговестити, да раније погледе треба поправити, изменити или одбацити.

У споровима се обично појављује питање хипотеза. Неки сматрају да су хипотезе предпоставке које не морају да имају никакве основе, не треба да се ослањају ни на какве постојеће чињенице, могу да буду у потпуној супротности са постојећим знањем. Такво мишљење је свакако погрешно. Хипотеза је логичко расуђивање о вероватности неке појаве или законитости засновано на неком још недовољно доказаном правилу, закону, теореми. Таква — и само таква — научна предпоставка је неопходна карика у процесу спознаје. Али ако једна предпоставка нема барем „магловиту“ основу, засновану на познатим чињеницама, она „лебди“ и нема разлога да је ико прихвати. Ако се у такву предпоставку ипак верује, то већ није наука, него је веровање, да не кажем религија, која не тражи строге основе.

Има још једна ствар која је веома важна. Текстови и усмена излагања многих људи су тако нејасни да се и најбоље идеје изгубе у њима. Једноставно се не може утврдити шта аутор стварно мисли. Има и таквих који намерно стварају тајну од својих „открића“, јер се наводно боје да им неко не украде. А да не кажем да су многи текстови пуни израза и констатација који показују ауторово школско незнање што га одмах дисквалификује. Не треба посебно нагласити да су јасно излагање и коректно знање основних астрономских чињеница услови без којих се не може очекивати да ће неко да схвати шта аутор жели да каже.

У тужби аматера, који ме је пријавио суду, цитирао се један део мог чланка објављеног у Математичко-физичком листу за ученике средњих школа (Загреб, шк. год. 1975—76, бр. 2): „Нагло расте број истраживача васионских појава — сматра се да је тај пораст од 1950. године са фактором 10. Али они нису сви астрономи, дакле нису добили астрономско универзитетско образовање, него су представници разних струка. Процењује се да само трећина оних који раде на истраживањима из домена астрономије имају диплому астронома, а остали су физичари, хемичари и инжењери. Ови неастрономи унели су у астрономију

нови дух. Разбијен је рецимо, ранији астрономски обичај да се могу публиковати само они подаци и оне анализе, које су добро проверене. Сада се штампају радови чим се појави нека идеја, или се добије неки резултат, не гледајући баш на њихову строгу тачност. Показало се да је овакав метод рада бољи од ранијег, јер се брзо искристалишу мишљења, па се лакше дође до нових сазнања". Овај цитат свакако није доказ у корист тужиоца, јер ја нисам рекао да су идеје и резултати били неосновани, иако су неки касније коначно одбачени. Претежни део свакако је имао карактер научне предпоставке. Али ако је међу њима и било идеја без основа или са минималним основама, оне су објављене зато што потичу од познатијих имена. А, свидело се то неком или не, један Нобеловац пре ће добити реч на неком скупу или простора у часопису него један непознати човек, јер се њему верује без обзира шта он жели изложити.

Неоспорно да свако — и професионалац и аматер — има право на тзв. „луде идеје", на предпоставке без фундамента. Од грешака нису имуни ни аматери нити професионалци. Али човек, без обзира ко био, не сме да се љути ако други не прихвати његове недоказане мисли

Чињеница је да за „луде идеје" тешко наћи места за излагање — њих одбијају и часописи и научни скупови. У вези с тим, да би се лакше дошло до селекције идеја (у смислу како је речено у горњем цитату), Астрономско друштво „Руђер Бошковић" би могло да направи услугу: да годишње једанпут, благовремено објављеног дана, препусти своје просторије скупу (који би, рецимо, имао назив „Нечешљане идеје"), на којем би свако могао да без ограничења изложи своје мисли. Био он аматер или професионалац. Али да притом владају правила игре „Човече, не љути се!".

Примљено: априла, 1981.

AMATEURS AND PROFESSIONAL ASTRONOMERS

Đ. *Teleki*

The author describes his experiences about the approach to scientific work of some amateur astronomers.

UDC 529.43:529.5

ČETIRI STOLEĆA GREGORIJANSKOG KALENDARA

Dušan V. Slavić

Elektrotehnički fakultet, Beograd

Godine 1982. navršava se 400 godina od uvođenja gregorijanskog kalendara kojim se služi velika većina čovečanstva. Kako je i ciklus tog kalendara upravo 400 godina, zanimljivo bi bilo na isteku prvog ciklusa dati ocenu tačnosti tog kalendara.

Istorijat, poređenje i ocene upotrebljivosti brojnih sunčevih kalendara dao sam u opsežnom radu „Tačnost sunčevih kalendara" koji je u štampi. Stoga ću ovde sa više detalja prikazati gregorijanski kalendar.

Gregorijanski kalendar je nastao reformom dotadašnjig julijanskog kalendara, koji je uveo 44. god. Julije Cezar, a izmenio Avgust Oktavijan 8. godine naše ere. Prema julijanskom kalendaru godine deljive sa 4 su prestupne i imaju 366 dana; ostale godine imaju po 365 dana. Prosečno trajanje godine julijaskog kalendara je 365.25 dana. Stoga je prema julijanskom kalendaru prolećna ravnodnevica padala: u vreme Julija Cezara 23. marta, oko 600. godine 18. marta, oko 1500. godine 11. marta, krajem 19. veka 8. marta, a u prvoj polovini 21. veka padaće 7. marta.

Nikejski sabor (325) donosi odluku da prolećna ravnodnevica treba da bude 21. marta. Međutim, izgleda da je ta odluka dugo pripremana ili se operisalo sa starim podacima: u to vreme prolećna ravnodnevnica je već padala 20. marta.

Omer Hayam (1079) daje preciznu korekciju julijanskog kalendara.

Roger Becon (1267) predlaže kalendar koji bi u ciklusu od 400 godina imao 3 prestupna dana manje od julijanskog kalendara. S. I. Selešnikov tvrdi da je kalendar te tačnosti pronašao Go Šou-czin iz Kine (1281). Luigi Lilio (1576.) predlaže kalendar iste tačnosti. Gregorije XIII uvodi ovaj kalendar, nalažući da posle četvrtka 4. oktobra 1582. sledi petak (ne 5. već) 15. oktobar 1582.

Prema ovom (gregorijanskom) kalendaru prestupne su: godine deljive sa 4 (ako nisu deljive sa 100) i godine deljive sa 400. Od —100. do 100. godine naše ere razlika između gregorijanskog i julijanskog kalendara iznosi —2 dana, od 1900. do 2100. godine ta razlika je 13 dana.

U naredbi o gregorijanskoj reformi julijanskog kalendara stoji: „Možda će se desiti vremenom, i to zbog nesavršenosti naših astronomskih tablica, da datum prolećne ravnodnevice po našem kalendaru odstupi mnogo od uzetog datuma ove ravnodnevice; onda će se obnoviti saglasnost sa datumom 21. mart dodavanjem ili oduzimanjem prestupne godine utvrđujući tada pravilo ove nove popravke našeg kalendara za ubuduće". Iz navoda je jasno da u vreme uvođenja gregorijanske reforme nije bilo poznato ni da li je usvojeno trajanje kalendarske godine od 365.2425 dana veće ili manje od prosečnog trajanja tropske godine. Takođe se u navodu sugeriše još komplikovanije pravilo: dozvoljava se dopuna gregorijanskog kalendara, ali ne i izmena ili čak zamena jednostavnijim.

Prema gregorijanskom kalendaru prolećna ravnodnevica padala je: krajem 19. veka 20. marta, početkom 20. veka 21. marta, sredinom 20. veka 20. ili 21. marta, od 1975. do 2007. godine padaće obično 20. marta (tek svake četvrte godine 21. marta). Od 2007. do 2100. godine prolećna ravnodnevica po gregorijanskom kalendaru padaće 20. marta ili čak 19. marta. Gregorijanski kalendar je uveden upravo zato da bi se obezbedilo da prolećna ravnodnevica pada 21. marta, a to se nijednom neće dogoditi od 2007. do 2100. godine. U svakom ciklusu gregorijanskog kalendara od 400 godina prolećna ravnodnevica pada bar u tri datuma, a to se nije želelo. To nisu uvek datumi: 19., 20. i 21. mart. U razmaku od nekoliko hiljada godina ispoljava se i odstupanje trajanja kalendarske godine od prosečnog trajanja tropske godine.

Simon Newcomb (1895) dokazuje da prosečna tropska godina ima

$$365.24219879 - 614\ 10^{-10}\,(G - 1900)$$

srednjih sunčevih dana, gde je G julijanska godina naše ere. Prema ovoj formuli prosečna tropska godina bila je jednaka prosečnoj gregorijanskoj oko —3005. godine. Ako se usvoji da je tada sistematska greška kalendara bila 0 dana, dobija se sledeća tablica zavisnosti sistematske greške kalendara *S* u danima u funkciji od godine naše ere *G*.

G (godine)	—3005	2702	5066	6880	8410
S (dani)	0	1	2	3	4

Pomoću ove tablice dobija se da je na početku naše ere prema gregorijanskom kalendaru prolećna ravnodnevnica padala 20., 21. i 22. marta, da će za dve hiljade godina padati 18., 19. i 20. marta, kroz četiri hiljade godina padaće 17., 18. i 19. marta i tako dalje.

Sistematska greška kalendara nastaje usled odstupanja trajanja prosečne kalendarske godine od prosečne tropske godine.

P.S. Laplace (1802) predlaže da prestupne budu: godine deljive sa 4 (ako nisu deljive sa 100) i godine deljive sa 400 (ako nisu deljive sa 4000). Umesto broja 4000 u Laplaceovom pravilu: V.V. Mišković (1965) uzima 3600, Đ. M. Stanojević (1908) uzima 3200, M. Nedeljković (1923) uzima 2000. Svi ovi kalendari imaju manju sistematsku grešku od gregorijanskog kalendara, ali kod njih u svakom ciklusu kalendara prolećna ravnodnevnica pada čak u 4 datuma. Cilj sastavljanja kalendara upravo je suprotan: dati valjan kalendar znači sačiniti jednostavno pravilo prema kojem za što više hiljada godina prolećna ravnodnevica pada u što je mogućno manje datuma.

(Nastavak na str. 37.)

ODGOVORI NA PITANJA

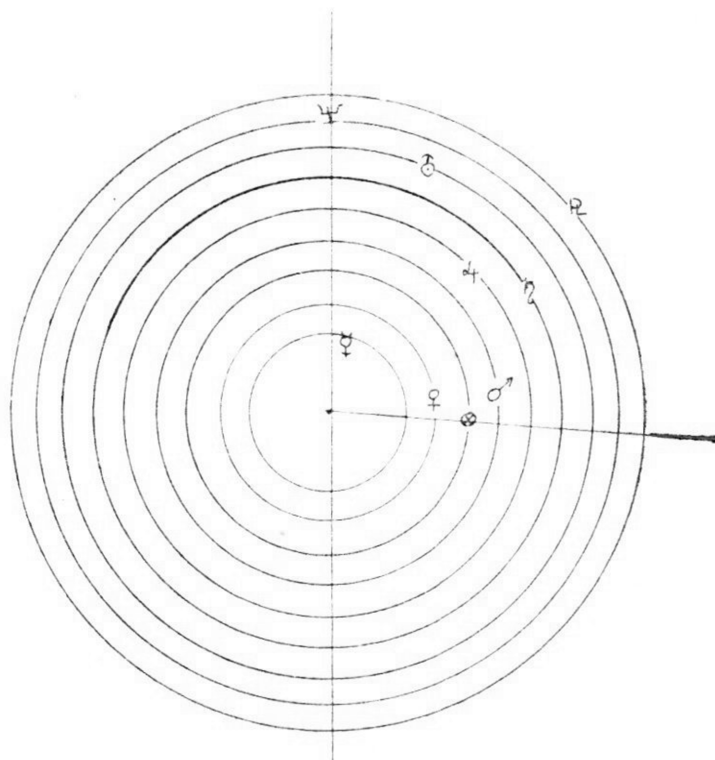
SEKULIĆ VERA iz Bijelog Polja, MILENA TRIVANOVIĆ iz Dvora na Uni i LJUBINKO i TOMISLAV GOSTIMIROVIĆ iz Cvrtkovca pitaju šta je trebalo da izazove »smak sveta« 10. marta 1982. i da li naredna ređanja planeta mogu izazvati neke opasnosti?

Poslednji »smak sveta« i zbrku oko njega izazvali su američki naučnici Džon Gribin i Stiven Plejdžmen svojim pseudonaučnim zaključcima iznetim 1974. godine. Kuriozitetnu pojavu grupisanja planeta u jednom delu Sunčevog sistema neodgovorno su iskoristili, u knjizi »Jupiterov efekt«, za nagoveštenje kataklizme 10. marta 1982. godine. Po njima i njima sličnim, navodno ređanje planeta oko jedne linije trebalo je da izazove katastrofalne zemljotrese na Zemlji i pojačanu Sunčevu aktivnost, koja bi takođe ugrozila život na našoj planeti. U dva naredna pasusa iznesimo njihova razmišljanja.

Veliku seizmičku aktivnost trebalo bi da iniciraju svojim prvlačnim dejstvom na Zemlju, Sunce i unutrašnje planete sa jedne i Jupiter i ostale plante sa druge strane (Jupiter ima oko 2,5 puta veću masu od ostalih planeta zajedno — odatle knjizi naslov). Privlačne sile pre svega Sunca i Jupitera, razvlačenjem Zemljine kore trebalo bi da dovedu do razrešenja kroz zemljotrese postojećih napetosti, koje postoje između kontinentalnih ploča. Pošto je knjiga pisana za američko tržište naviše je pominjana pobuđenost raselina Sent Andreas u Kaliforniji.

Poređane planete bi izazvale na Suncu plimske talase, koji bi naglo uvećali Sunčevu aktivnost. Snažne eksplozije bi znatno ojačale Sunčev vetar, koji bi utičući na gornje slojeve Zemljine atmosfere izazvao magnetne bure, a ove bi ozbiljno poremetile radio-komunikacije na kratkim talasima, pa i izazvale meteorološke nepogode na srednjim i visokim geografskim širinama.

Šta se desilo 10. marta 1982. godine? Zbog nagiba planentskih putanja pre svega, praktično je nemoguće da se planete nađu na jednoj liniji. Desetog marta planete su se nalazile u kružnom isečku otvora od 95° (zbog nagiba putanja pravilnije je reći da su bile u konusu otvora od 95°). Znači planete su se nalazile u 1/4 Sunčevog sistema, dok ih u ostale 3/4 nije bilo (vidi crtež). Ovaj neuobičajeni raspored učinio je da su se tih dana pred zoru mogle viditi sve planete. Računi Belgijanca Žana Meija kažu da je ređanje planeta relativno česta pojava — u periodu od 0. — 3 000. godine planete su se nalazile, ili će se naći 25 puta u konusu manjem od 90° — iz računa je bio isključen Pluton. Planete su po njemu bile najbliže liniji 11. 4. 1128. godine. Tada su se nalazile u uglu manjem od 40°. Poslednja grupisanja slična ovogodišnjem dogodila su se 1805. i 1845. godine i prošla su nezapaženo.



Zašto se nisu ostvarile Gribin-Plejdžmenove prognoze?

Računi govore da su privlačna dejstva planeta tako slaba da ne mogu izazvati nikakva seizmička pomeranja tla na Zemlji. Privlačno dejstvo Meseca na Zemlji je oko 180 puta manje od Sunčevog, a Jupiterovo čak 1,7 miliona puta. S obzirom da još nije utvrđena pouzdano veza između Mesečevog kretanja i zemljotresa, onda svakako da Jupiterovo dejstvo na Zemlju možemo zanemariti.

Melkliorovi računi iz 1975. godine govore da su i uticaji planeta na Sunce zanemarljivi. Plimski efekat izazvan Jupiterom na Sunce iznosi svega 1 mm. Sve ostale planete mogu na Sunce izazvati talas visok najviše 1 mm. Beznačajnost ovih dejstava navela je i same autore da se odreknu svoje teze.

Na kraju navedimo neka od narednih ređanja planeta, koja će ostati bez uticaja na Zemlji i nauku, a koja će najverovatnije u svoje vreme biti iskorišćena za nove spekulativna i konjunkturna na-

klapanja. Sredinom maja ove godine planete giganti naći će se u heliocentričnom uglu od 65° — konus će za njih biti najuži 11. marta 1984. godine, iznosiće 48°. Izuzimajući Pluton, planete će se ponovo naći u srazmerno malim uglovima tek 19. 5. 2161. (69°) i 21. 7. 2992. godine (73°). Gledano sa Zemlje planete će se, krajem oktobra ove godine, naći u uglu od 65°. Na žalost tada nećemo moći da ih vidimo, jer će Sunce biti na istom delu neba.

(Milan Jeličić)

ANĐELO GLIVAR iz Donje Stubice interesuje se za način pretvaranja trenutka posmatranja u Julijanske dane i delove dana.

Julijanski dani neprekadno teku u toku godine, stoleća i milenijuma od 1. 1. 4713. godine pre naše ere. Njihova je upotreba veoma pogodna za računanje proteklog vremena među vremenski udaljenim pojavama, jer se ne mora voditi računa o broju dana u pojedinim mesecima i godinama. Početak julijanskog dana je u srednje Griničko podne i traje 24 časa. Veza između julijanskih dana i dana u kalendaru data je u svakim boljim astronomskim efemeridama. VASIONA daje efemeride astronomskih pojava naredne godine u četvrtom broju tekuće godine.

Da bi se sa vremena koje pokazuje časovnik određenog datuma pretvorila u julijanske dane treba učiniti sledeće:

1. Iz Astronomskih efemerida se uzima podatak o celom broju julijanskih dana za dati datum.

2. Izračuna koliko je proteklo vremena od srednjeg podneva u Griniču do trenutka posmatranja i taj se interval pretvori u delove dana. Ovako dobijena vrednost sabere se sa podatkom dobijenim u prvoj tački.

Ako vam matematika nije slabija strana, sve ovo bi se moglo ovako napisati:

$$(JD)_t = (JD)_o + \frac{(SEV - 13^h)}{24^h}$$

gde je član sa leve strane — julijanski dan i deo tog dana u trenutku posmatranja datog datuma, prvi član sa desne strane — julijanski dan datog datuma u Griničko podne, a drugi član sa desne strane — proteklo vreme od srednjeg Griničkog podneva do trenutka posmatranja .U tom poslednjem članu sa SEV je označeno vreme posmatranja u srednjeevropskom vremenu. Njega treba izraziti u časovima. To možete da uradite po formuli:

$$SEV = SATI + \frac{MINUTI}{60} + \frac{SEKUNDI}{3600}$$

Ako želite da proverite da li ste ispravno shvatili postupak pokušajte da pokažete da trenutku 21 čas 35 minuta, 29. 06. 1982. godine odgovara 2445150, 35764 JD.

(N.Č.)

MILAN STOJANOVIĆ iz Belog Manastira pita gde bi mogao da nabavi aluminijumski filter za posmatranje Sunca.

Filter za posmatranje Sunca na bazi tankog aluminijumskog sloja nanetog na staklenu ili plastičnu podlogu možete da nabavite u SAD. Reflektovanjem najvećeg dela i propuštanjem oko 0,01% zračenja Sunca omogućuje da se Sunce direktno posmatra bez opasnosti po vid. Cene filtera su različite u zavisnosti od kvaliteta i dimenzija. Na primer, najjeftiniji filter prečnika 10 cm košta oko 30 američkih dolara (+ troškovi transporta, carina i porez). Da bi ste se odlučili, informišite se o cenama i uslovima plaćanja na adresu:

Roger W. Tuthill, Inc.
11 Tanglewood Lane
Box 1086 ST, Mountainside
N. J. 07092, USA

(D. Mikešić)

MARINO FONOVIĆ iz Plomina želi da umanji blještavi sjaj Meseca i planeta u reflektorskom teleskopu 140/1417, sopstvene izrade radi boljeg zapažanja detalja.

Zaista je divno kada posmatrači nebeskih tela imaju ovakav problem. Obično se oni bore sa problemima suviše male količine svetlosti koja dolazi od nebeskih tela. Ali relativno veliki prečnik Vašeg teleskopa i visok stepen refleksije sa glavnog i sekundarnog ogleda mogu biti uzroci »teškoća«, pogotovu kada je Mesec u pitanju.

Filtri se mogu koristiti da bi se smanjio sjaj i povećao kontrast. Da bi ste ih nabavili možete se obratiti na jednu od adresa prodavnica astronomske opreme koje su već objavljene u DODATKU. Kod naručivanja nemojte da zaboravite da naznačite koliki prečnik filtra treba da bude (bar onoliki koliki je ulazni otvor tubusa teleskopa). Morate da naznačite i koju gustinu filtra želite i koju boju, što zavisi od objekta posmatranja i Vaših zahteva.

Uobičajena je upotreba zelenog, žutog i narandžastog filtra, slabljenja do najviše 3 puta.

Za ovu svrhu sasvim dobro služe filtri na bazi želatina. Ukoliko ste hrabri možete da pokušate da ih sami napravite. Za to su potrebni staklo od foto-ploče, želatin i boja. Detaljno o izradi ovih filtera naći će te u ASTROAMATERU broj 5—6 (1976) na strani 142—145.

(N.Č. i T.A.)

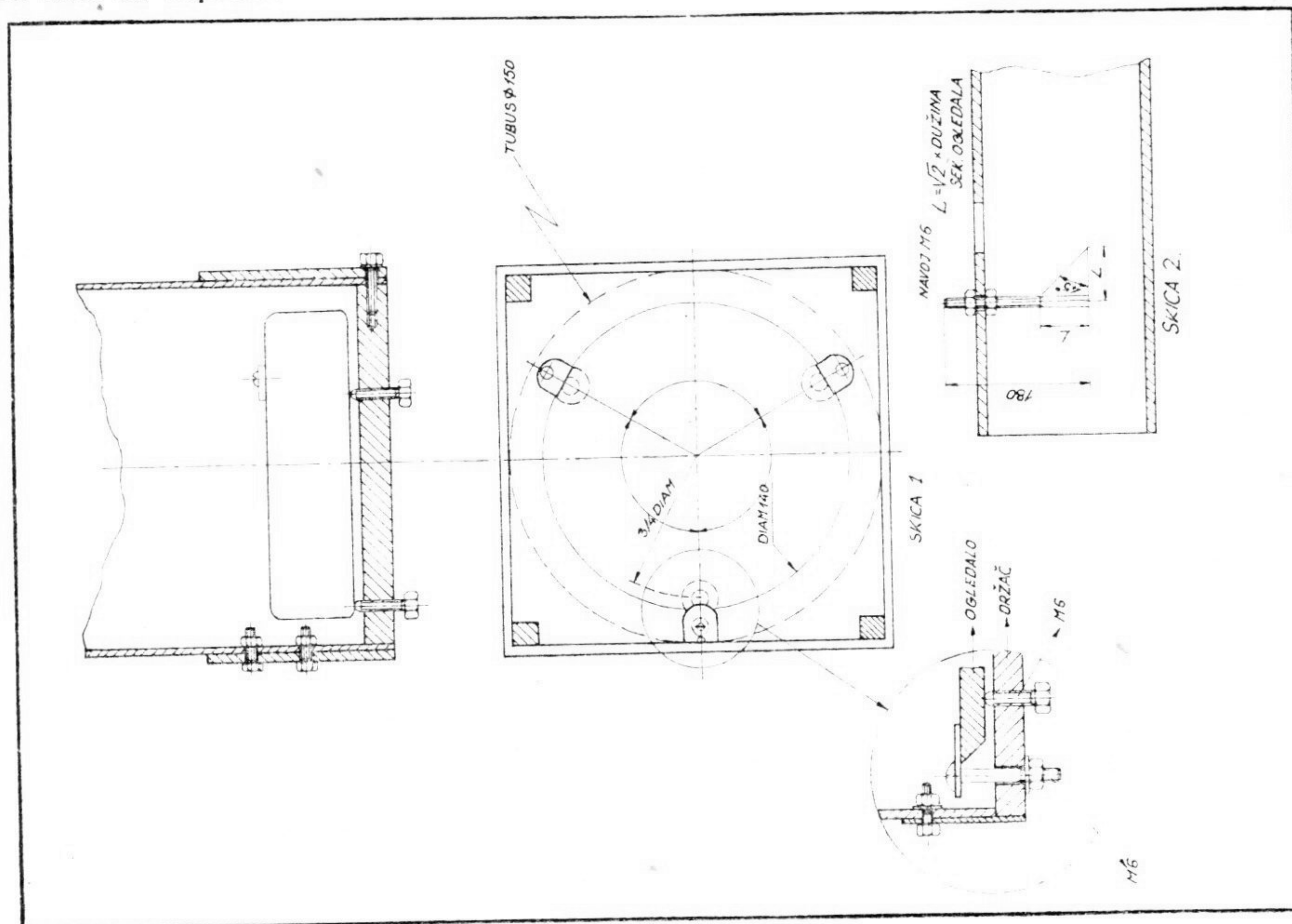
MATIJAŠEVIĆ ZLATIBOR iz Kragujevca i ĐURKOVIĆ SRĐAN iz Titograda pitaju kako da sami izrade teleskop od delova koje su naručili od TOZD »Iskra«.

Već dugi niz godina je moguće nabaviti ogledala prečnika 14 cm, kao i sekundarna ogledala za Njutnov sistem. To je ujedno i jedini sistem u takozvanoj »kit« formi koji je moguće nabaviti na našem tržištu. Ranije se uz ova ogledala mogao nabaviti i komplet sočiva za jedan okular. Ostale delove teleskopa amater mora sam da napravi.

Montiranje glavnog ogledala je najvažniji detalj u izgradnji teleskopa. Potrebno je da se ispuni više uslova, a najvažniji je da površine primarnog i sekundarnog ogledala budu u međusobno najidealnijim položaju da bi i kvalitet slike bio najbolji. Zbog toga je potrebno da na nosaču glavnog ogledala bude delova kojima bi se mogao pomeriti i doterivati njegov položaj. Mi Vam predlažemo rešenje pokazano na slici (skica 1) koje je dao Jean Texereau (Žan Teksero). Čeo držač za ogledalo je napravljen od panel ploče, koja je mnogo izdržljivija od iverice, ili bilo kog drveta. Vezivanje za cev je najbolje izvesti pravljenjem sanduka visine 10 cm u koji se uvuče cev i pričvrsti zavrtnjima.

Ako ne možete da nabavite platsičnu cev možete ceo tubus da napravite i od drveta, gde će kao osnova da služi držač glavnog ogledala.

Za montiranje sekundarnog ogledala predlažemo rešenje koje je proizvod »YU« amatera (skica 2).



Zlatiboru, a i ostalim amaterima koji se upuštaju u pravljenje ovakvih teleskopa preporučujemo da za tubus teleskopa upotrebe plastične PVC cevi, koje služe za vodovod. Prečnik cevi je standardizovan, iznosi 15 cm. Unutrašnji prečnik cevi varira i iznosi 146—142 mm, što odgovara mada nije idealno.

Nadamo se da smo Vam pomogli ili bar dali ideju da uspešno završite teleskop. Molimo sve čitaoce da ubuduće daju više detalja o problemima izrade teleskopa, kako bi mogli da damo više rešenja za odgovarajući problem. Pored odgovora u ovoj rubrici potrudićemo se da svakom od Vas odgovorimo lično.

(Predrag Jovanić)

ALEKSANDAR VELJANOVIĆ, učenik osnovne škole iz Beograda pita kako može da napravi teleskop.

Izrada teleskopa ne mora uvek da bude težak i nesavladiv posao. Evo primera kako se od priručnog materijala može napraviti instrument kakvim su mnogi astronomi-amateri, pa i profesionalci počeli druženje sa nebeskim telima.

Sve što je potrebno nabavićemo lako: dve plastične i kartonske cevi dužine oko 40 cm, prečnika oko 5 cm koje pasent ulaze jedna u drugu (ovakve cevi mogu da se naprave lepljenjem nekoliko slojeva hamera); staklo za naočare (neisečeno) dioptrija +2, za objektiv; lupa (za marke) uvećanja oko 6x, za okular. Kao držač objektiva i okulara može da posluži poklopac od laka za kosu pogodnog prečnika kome se izreže centralni deo.

Na jednom kraju šire cevi pričvrsti se objektiv (ispupčeni deo napred), a na jednom kraju uže cevi — okular. Cevi se uvuku jedna u drugu tako da stakla ostanu sa spoljnih strana i uvlačenjem ili izvlačenjem okularnog dela izoštrava se slika.

Uvećanje ovakvog teleskopa iznosi oko 12x. Njime se lepo mogu videti Galijevi sateliti Jupitera, Venerine mene, detalji površine Mesca. . . .

(Branislav Milošević)

REČNIK ASTRONOMIJE

Crna jama je hipotetični objekat čija se masa nalazi u stanju gravitacionog kolapsa unutar sfere Švarcšildovog radijusa. Od nje se ne može odvojiti čak ni svetlost. Sažimanje treba da bude takvo da druga kosmička brzina, sa njene površine postane jednaka brzini svetlosti ($c^2=2GM/R$, gde su G-gravitaciona konstanta, M — masa crne jame, R — Švarcšildov radijus, a c — brzina svetlosti). Crne jame predstavljaju jedan od mogućih stadijuma u poslednjoj etapi evolucije veoma masivnih zvezda.

Švarcšildov radijus je kritični radijus pri kome, u skladu sa opštom teorijom relativnosti, masivno telo postaje crna jama ($R=2GM/c^2$). Za Sunce taj radijus iznosi 2,5 km, a za Zemlju 0,9 cm (tj. Zemlja bi postala crna jama kada bi je sabili u lopticu prečnika 1,8 cm).

Neutronska zvezda je zvezda koja se najvećim delom sastoji od neutrona. Prisutne naelektrisane elementarne čestice su odgovorne za postojanje jakog magnetnog polja (oko 10^8 Tesla). Neutronska zvezda ima prečnik od svega 10—15 km, gustinu 10^{13}—10^{15} g/cm^3 (što je slično gustini atomskog jezgra) i temperaturu koja u centru dostiže vrednost 10^9K.

Pulsar je neutronska zvezda. Prvi je otkriven od strane engleskih radio-astronoma 1976. godine. Danas je poznato više od 300 ovakvih objekata. Emituju veoma pravilne radio-impulse čiji se periodi nalaze u intervalu od 0,03 s (kod najmlađih pulsara) do 3 s i više (kod starijih). Postoje tri osnovna tipa pulsara koji se međusobno razlikuju po stepenu složenosti impulsnih emisija.

(M. J.)

OBAVEŠTENJA-OGLASI

U Domu inženjera i tehničara, u Beogradu, je od 10—14. maja 1982. godine održana izložba optičkih instrumenata poznate istočnonemačke firme CARL ZEISS iz Jene, čiji je generalni zastupnik za Jugoslaviju beogradska BALKANIJA. Pažnju astronoma — amatera privukla su tri teleskopa sa kompletnom pratećom opremom. Reflektor 63/600 mm, na stativu sa svim dažbinama staje nešto manje od 30.000,00 din (varijanta sa motorom za praćenje je nešto skuplja). Reflektor 100/1000 mm, sa kompletnom opremom staje oko 250.000,00 din. Menisk-Kaseng-ren 150/2250 mm, veoma ozbiljan instrument sa masivnim stativom, staje oko 420.000,00 din. Svi ovi teleskopi se mogu kupiti za dinarska sredstva preko BALKANIJE.

Pažnju astronoma-profesionalaca pobudio je mikrodenzitometar MD 100 sa nizom dodatnih instrumenata. Bili su izloženi mikroskopi raznih namena (npr. za složene operacije oka) i niz drugih optičkih aparata za laboratorijsku i industrijsku upotrebu.

Izložba je ostavila snažan utisak, i pokazala da je CAJS firma svetskog nivoa.

(T.A.)

PLANETARIJUM Astronomskog društva »Ruđer Bošković« od početka marta radi za građane. Svakog petka i subote od 17 časova prikazuje se predstava pod nazivom ZANIMLJIVA VASIONA. Članovi Društva, koji su platili članarinu za ovu godinu imaju besplatan ulaz.

Maksim Trpković (1900) je predložio kalendar u koje su prestupne: godine deljive sa 4 (ako nisu deljive sa 100), kao i 400. i 900. godina u ciklusu od 900. godina. M. Milanković umesto brojeva 400 i 900. uzima 200. i 600. (čime, naravno, ne smanjuje grešku Trpkovićevog kalendara).

Manju sistematsku grešku od svih pomenutih kalendara ima sledeći „kalendar 500". U kalendaru 500 prestupne su: godine deljive sa 4 (ako nisu deljive sa 100) i godine deljive sa 500. Kalendar 500 ima prosečno trajanje kalendarske godine od 365.242 dana, pa je sistematska greška u danima prema Newcombovoj formuli data u sledećoj tablici.

G (godine)	—564	5138	10840	13202	15018
S (dani)	1	0	1	2	3

Iz tabele sleduje da je kod kalendara D do 5. veka pre naše ere do 108. veka naše ere ukupna varijacija sistematske greške jedan dan. Ako je na početku naše ere razlika gregorijanskog kalendara i kalendara 500 bila 1 dan, onda se ova dva kalendara poklapaju od 1600 do 2400. godine. Da li je kalendarom D rešen problem sunčevog kalendara? Ne, jer problem je znatno složeniji. I u ciklusu kalendara D (od 500 godina), prolećna ravnodnevica pada u tri datuma.

Milan Nedeljković 1900. godine u radu Projet de Reforme du Calendrier nastoji (bar do 12000. godine) da primeni princip da prolećna ravnodnevnica uvek pada u isti datum godine. Ako se želi da prolećna ravnodnevica pada 21. marta od 0 do 24 časa svetskog vremena, onda su neminovno sledeće godine 20. veka prestupne:

1904	1908	1913	1917	1921	1925	1929	1933
1937	1941	1946	1950	1954	1958	1962	1966
1970	1975	1979	1983	1987	1991	1995	1999.

Prema gregorijanskom kalendaru od svih navedenih godina prestupne su samo 1904. i 1908. Ako se tome doda izneta činjenica da od 2007. do 2100. godine po gregorijanskom kalendaru prolećna ravnodnevica nijednom neće pasti 21. marta po svetskom vremenu, vidi se da problem sunčevog kalendara ne samo da nije rešen, nego da je gregorijanskom reformom julijanskog kalendara samo iskomplikovan. Naime: u 400 godina prolećna ravnodnevica u gregorijanskom kalendaru pada u tri datuma — kao i u julijanskom. Šta više, u julijanskom je pomeranje prolećne ravnodnevice stalno na istu stranu, a u gregorijanskom uz skokove (kod godina deljivih sa 100). To je jedan od razloga da se julijanski kalendar ne odbaci.

Gregorijanski kalendar je za vreme njegovog prvog ciklusa od 400 godina usvojila većina čovečanstva. To je ujedno i jedini doprinos ovog kalendara, jer su mogući — prostiji i tačniji kalendari. U navedenom tekstu dela naredbe kojom je uveden gregorijanski kalendar dopušta se mogućnost popravke tog kalendara. Došlo je vreme za izmenu gregorijanskog kalendara.

Primljeno marta 1982.

FOUR CENTURIES OF THE GREGORIAN CALENDAR

Dušan V. Slavić

The text indicates the necessity and possibilities of changing the Gregorian calendar.

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

UDC 523.4-14

POKUŠAJ OBJAŠNJENJA ŠRETERVOG EFEKTA

Ljubiša Jovanović

Narodna opservatorija, Beograd

U toku prve polovine 1980. godine Venera je bila u istočnoj elongaciji. U maksimalnoj elongaciji se našla 5. IV (04 h TU), najveći sjaj imala je 9. V (—4,2 prividne veličine), a u donju konjukciju dospela je 15.VI (07.h TU).

Vizuelna posmatranja vršena su na refraktoru ZEISS Narodne opservatorije u Beogradu (110/2000 mm, uvećanja 167 i 250x). Glavni cilj posmatranja bio je tačno ucrtavanje faze (poluprečnik standardnog kružnog šablona je 25 mm). Fotografska posmatranja su vršena u okularnom

dat.	TABELA 1				TABELA 3			
	T U	d	φ	Φ	φ_c	Φ_c	$\Delta\Phi_F$	$\Delta\Phi_V$
2.02	17 30	+ 9,2	68,4	0,685	58,1	0,767	-0,027	-0,082
2.09	16 15	8,1	71,1	0,663	60,9	0,746		-0,083
3.02	16 30	6,5	74,9	0,629	70,7	0,668	+0,051	-0,039
3.13	16 40	5,4	77,5	0,608	75,7	0,623		-0,015
3.18	18 40	4,3	80,1	0,587	78,7	0,600		-0,013
3.27	17 00	2,2	84,9	0,544	83,1	0,557	+0,050	-0,013
3.28	17 30	1,8	85,9	0,535	83,6	0,552		-0,017
3.29	17 45	+ 0,6	88,6	0,512	84,2	0,548		-0,036
3.31	17 30	0,0	90,0	0,500	85,4	0,537	+0,015	-0,037
4.02	19 15	- 0,8	91,8	0,483	86,7	0,526		-0,043
4.08	18 10	1,4	93,2	0,471	91,0	0,492		-0,021
4.11	18 15	2,5	95,7	0,451	93,0	0,475		-0,024
4.13	17 25	3,3	97,6	0,433	94,2	0,463	-0,021	-0,030
4.17	19 30	3,9	99,0	0,422	97,2	0,437		-0,015
4.19	18 00	4,3	99,9	0,413	98,8	0,424		-0,011
4.22	19 10	4,7	100,8	0,405	101,2	0,404		+0,001
4.23	19 35	5,4	102,4	0,392	102,0	0,397	-0,024	-0,005
4.28	19 10	6,2	104,3	0,376	106,0	0,361	+0,003	+0,015
5.02	17 30	7,3	107,0	0,354	109,7	0,330		+0,024
5.05	18 20	8,5	109,9	0,329	112,8	0,305		+0,024
5.06	18 40	9,3	111,8	0,313	113,8	0,297	+0,021	+0,016
5.08	18 10	9,9	113,3	0,302	115,8	0,280	+0,017	+0,022
5.12	18 30	10,3	114,3	0,294	119,8	0,245	+0,007	+0,049
5.21	18 25	16,3	130,7	0,174	132,8	0,161	+0,002	+0,013
5.25	18 15	17,7	135,1	0,146	139,2	0,124		+0,022
5.26	18 00	18,4	137,4	0,132	140,8	0,115	+0,013	+0,017
5.28	18 10	19,6	141,6	0,108	144,0	0,096		+0,012
5.29	18 50	20,5	145,1	0,090	145,7	0,086		+0,004
5.30	18 05	21,3	148,4	0,074	147,5	0,078		-0,004
6.01	18 30	22,8	155,6	0,044	151,5	0,062		-0,018
6.02	19 00	-22,5	154,2	0,050	153,6	0,054		-0,004

dat.	TABELA 2					TABELA 4			
	d_1	d_2	QQ	φ	Φ	d	D_o	D_c	ΔD
2.02	63,50	46,96	12	61,4	0,740	1,06	15,30	14,46	0,84
3.02	78,64	56,55	11	64,0	0,719	1,31	18,94	17,32	1,62
3.27	94,16	57,20	36	77,6	0,607	1,57	22,68	21,40	1,28
3.31	96,05	52,97	31	84,0	0,552	1,60	23,14	22,28	0,86
4.13	109,91	48,55	22	96,7	0,442	1,83	26,48	25,72	0,76
4.23	127,71	47,75	2	104,6	0,373	2,13	30,77	29,22	1,55
4.28	132,50	48,22	32	105,8	0,364	2,21	31,92	31,32	0,60
5.06	152,44	48,53	16	111,3	0,318	2,54	36,72	35,26	1,46
5.08	164,17	48,58	6	114,1	0,297	2,74	39,55	36,36	3,19
5.12	167,38	42,46	13	119,5	0,252	2,79	40,32	38,74	1,58
5.21	195,76	32,02	25	132,3	0,163	3,26	47,16	44,78	2,38
5.26	217,00	28,00	2	137,8	0,128	3,60	52,08	48,42	3,66

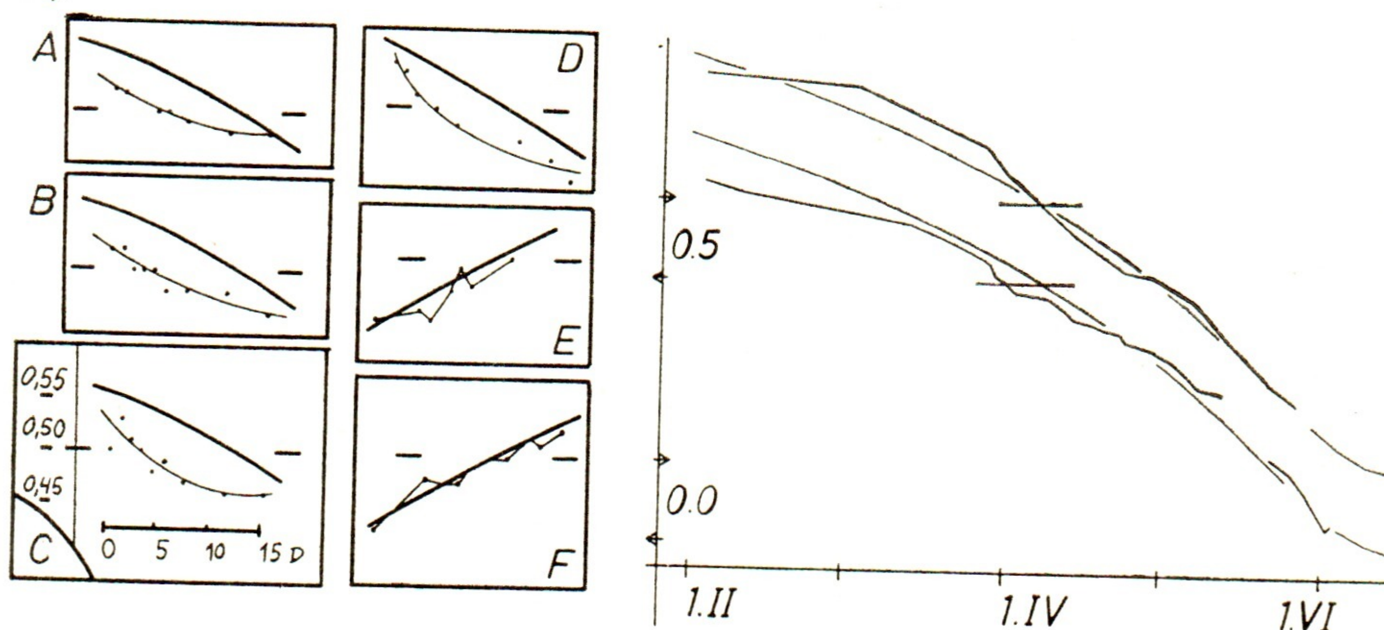
(QQ = broj merenja)

fokusu refraktora ZEISS (efektivna žižna daljina 14270 mm, projekcioni okular žižne daljine 32 mm). Korišćeni su filmovi EFKE KB 14, KB 17 i KB 21 (razvijač FR-5). Ekspozicije su bile od 1/15 do 1s. Snimljeno je oko 500 negativa (208 je uspelo). Merenja faze sa negativa vršena su na projekciji, gde je uvećanje bilo 60x.

Analiza crteža i negativa izvršena je na uobičajen način. Rezultati merenja sređeni su u tabele 1—4, a na slici 2 vidi se promena faze sa vremenom. Iako delimično nepotpun, početni posmatrački materijal je omogućio izvršenje interesantne analize (koja ja autoru poslužila kao osnova u ovom radu.

ŠRETEROV EFEKAT

Poznati astronom, posmatrač planeta Šreter (Schröter, Johann Hieronimus, 1745—1816) vršio je između 1789. i 1793. posmatranja Venere. Na osnovu njih on je zaključio da se trenutak dihotomije (kada se terminator poklapa sa centralnim meridijanom, odnosno kada je planeta u četvrti) ne podudara sa teoretski predviđenim, već odstupa od njega za nekoliko dana (prilikom istočnih elongacija dihotomija nastupa ranije, dok kod zapadnih elongacija kasni — slika 1). Ta pojava dobila je naziv ,,Šreterov efekat". Kasnije, (početkom XX veka) je primećeno da posmatrana faza (*O*) odstupa od teoretski predviđene (*C*) i pri drugim fazama. Finsen (literatura 1) zaključuje da razlika između posmatranog i predviđenog trenutka dihotomije nije konstantna. Na njenu veličinu utiču subjektivnost posmatrača, različiti uslovi prilikom posmatranja, kao i prečnik teleskopa i kvalitet definicije (slika 1). Ovom se može dodati da u opštem slučaju na veličinu (*O—C*) utiču još prividni prečnik Venere i osvetljenost oblasti maksimalnog sjaja i terminatora (u funkcij faze).



Slika 1 van den Bos, W.H.: A (—7, 2d; XI 1925), E (+1, 3d, IV 26) Johnson, E.L.: B (—8, 5d; XI 25) Finsen, W.S.: C (—8, 7d; XI 25), F (+1, 2d; VI 26) Jovanović, L.: D (—6, 5d; IV 80). Slika 2 Dole: promena vizuelne i teoretske faze sa vremenom . Gore: promena fotografske i teoretske faze sa vremenom.

Neka objašnjenja Šreterovog efekta (na pr. lit. 3) baziraju se na efektima različitog prelamanja svetlosti u atmosferi Venere. Međutim, činjenica da je Šreterov efekat zapažen i kod Meseca i Merkura (koji nemaju atmosferu) ukazuje na nerealnost tih objašnjenja. Slično tome, objašnjenja koja su se ograničavala na trenutak dihotomije (lit. 2) pokazala su se neprimenljivim za ostale faze. Bronšten (lit. 5) zaključuje da efekat Šretera nastaje zbog sistematskih greški posmatranja, do kojih dolazi usled psiho-fizioloških osobenosti viđenja. Ako prihvatimo pretpostavku da realna odstupanja u fazi ne postoje (a nema nikakvog razloga da bi ona postojala), tada je ovo objašnjenje jedino moguće i nesumljivo ispravno. Međutim, možemo mu zameriti da je neodređeno.

Slaganjem delovanja svih faktora na karakterističnim fazama (dejstvo pojedinih faktora je različito u zavisnosti od veličine faze) dolazimo do jednog složenog objašnjenja Šreterovog efekta koje prati ceo tok promene faze.

Pri toretskim fazama 0,8—0,7 zapaža se velika negativna razlika (*O—C*). Venera je velikog sjaja, a malog prividnog prečnika. Zbog jačine svetlosti u oblasti maksimalnog sjaja gube se tamniji delovi (termimator i polovi), pa dolazi do deformacije lika Venere i velikog smanjivanja faze. Prilikom posmatranja na tim fazama autor je primeto jednu zanimljivu pojavu, koja potvrđuje ovo objašnjenje: oko posmatrača je bilo akomodirano na mrak u velikoj meri; u nekoliko prvih sekundi

TABELA 1 — merenja sa crteža; TABELA 2 — merenja sa negativa; TABELA 3— odstupanja vizuelne i fotografske faze od teoretske; TABELA 4 — upoređenje fotografskog i teoretskog prividnog prečnika Venere.

posmatranja (vreme smanjivanja otvora zenice usled velikog sjaja Venere) moglo se lepo videti smanjivanje faze Venere.

Između ordinata 0,625 i 0,460 (period dihotomije) prividni prečnik Venere raste (usled toga se povećava rastojanje između polarnih oblasti i centra maksimalnog sjaja; međutim, zbog smanjivanja faze rastojanja između terminatora na ekvatoru i centra maksimalnog sjaja ostaje isto). Zbog toga se izobličenje polova smanjuje, ali ostaje gubitak tamnih delova terminatora na ekvatoru, što održava negativnu (*O—C*). Zato kriva posmatrane faze seče ordinatu 0,5 pre krive teoretske faze (Šreterov efekat).



Slika 3 — Venera 26. V 1980, TU: 18h 25m, KB 21, EXP 1s

Sa daljim smanjivanjem faze ugao odbijanja svetlosti sa terminatora postaje povoljniji, pa on dobija u sjaju i (*O—C*) se smanjuje. Na fazi 0,400 sjaj terminatora dovoljno je veliki, svi efekti se poništavaju i posmatrana faza jednaka je teoretskoj. Zatim, Venera dolazi u oblast gde je njen ukupni sjaj najveći (0,270) — terminator je vrlo sjajan. Zato dolazi do gubitka rogova Venerinog srpa, koji su tamni. (*O—C*) je pozitivna (0,380—0,080).

Pri fazi 0,150 Venera je uski srp, na kome su sjajevi skoro izravnati i pozitivna (*O—C*) počinje da se smanjuje, da bi na fazi 0,075 došlo do potpunog izjednačavanja sjaja — (*O—C*) = 0. Između faza 0,075 i 0,050 ponovo postoji kratkotrajni pad (*O—C*) u negativne vrednosti, što se može objasniti optičkom varkom (Venera je velikog prividnog prečnika, pa posmatrač razmiče rogove i tako smanjuje debljinu srpa). Faza zatim pada na nulu.

U cilju utvrđivanja realnosti postojanja pravih odstupanja u fazi Venere vršeno je fotografisanje. Međutim, dijagram fotografske faze u početku suviše odstupa od teoretskog. Razlika između njih se smanjivala sa porastom lika Venere na filmu, pa su zadnje tačke praktično na teoretskim vrednostima. To ukazuje na velike greške pri merenju sa malih likova, a sličnost sa dijagramom vizuelne faze ukazuje na iste efekte (samo manje izražene). Snimanja na većem teleskopu, u boljim atmosferskim uslovima, sigurno bi pokazala daleko bolje slaganje fotografske krive sa teoretskom.

Vrlo je interesantno uporediti slike la—le i lc—lf. Isti posmatrači, isti teleskop (refraktor otvora 67 cm), međutim različiti uslovi: novembra 1925. večernja elongacija (loši uslovi), aprila 1926. jutarnja elongacija (dobri uslovi). Uočljivo je da je (*O—C*) daleko veće pri lošim uslovima. Na slikama le i lf vizuelna kriva je veoma blizu teoretskoj. Ovo dokazuje pretpostavku da su odstupanja posmatrane faze od teoretske greške: povećanjem kvaliteta posmatračkih uslova (koji je u obrnutoj proporciji sa uspehom posmatranja) preciznost posmatranja se zaista i povećava i (*O*) se približava (*C*).

ZAKLJUČAK

Imajući u vidu iznete činjenice i zaključke, na kraju se može konstatovati da nema pravih odstupanja u fazi Venere. Šreterov efekat i odstupanje posmatrane od teoretske faze su složeni posmatrački efekti, u čijem nastanku učestvuje veliki broj faktora (lične karakteristike posmatrača, karakteristike teleskopa, uslovi posmatranja; fiziološka iradijacija i odbrambeni mehanizam viđenja; prividni prečnik Venere, osvetljenost njenih karakterističnih delova i rastojanja između njih — u funkciji faze).

Primljeno februara 1982.

LITERATURA:

1) Finsen, W. S.: 1926, *Union Obs. Circ.*, No 69, 370.
2) Antoniadi, E. — M.: 1936 *l'Astronomie*, Vol. 50 (mars, avril, mai, p. 105, 181, 209).
3) Нефедьев, A.A.: 1945, *Бюллетень астрономической обсерватории им. В. П. Энгельгардта*, Но 24, 3, Казань.
4) Belić, M.: 1978, *Vasiona* 2, XXVI, strana 44.
5) Бронштэн, B.A.: 1979, *Планети и их наблюдение*, 156—157, ,,Наука", Москва.
Астрономический ежегодник, СССР на 1980 год.
Астрономический календарь (переменная часть) 1980.
Ephemerides 1980. (Annuaire du Bureau des Longitudes — supplement a l'Astronomie de javnier 1980).

ON A POSSIBLE EXPLANATION OF THE SCHROETHER EFFECT

Lj. Jovanović

By analyzing his observational data, the author gives an possible explanation of the Schroether effect.

ПРИЛОЗИ НАСТАВИ АСТРОНОМИЈЕ

UDC 524.312/318

H-R DIJAGRAM (DIJAGRAM SPEKTAR-SJAJ) I NJEGOV ZNAČAJ

Vladimir Kršljanin
student astronomije, PMF Beograd

Od sasvim neodređenih pesničkih predstava o zvezdama, koje su i pored vekovnog marljivog rada astronoma oduvek zapljuskivale ljudsku misao, do današnjeg uvrštavanja zvezda u gotovo sasvim precizne, fizički argumentovane teorijske modele, pređen je veliki put. Taj put je pun skepse, zabluda i lutanja, ali i blistavih ideja i smelih misli, koje su nas sve više približavale realnosti našeg sveta, oslobađajući saznanje metafizičkih okova.

H-R dijagram je jedan od najvažnijih koraka na početku burnog razvoja astrofizike, i ostao je jedan od njenih najpouzdanijih instrumenata do danas. On je vrlo slikovit i prepun podataka prikaz fizičkih karakteristika zvezda.

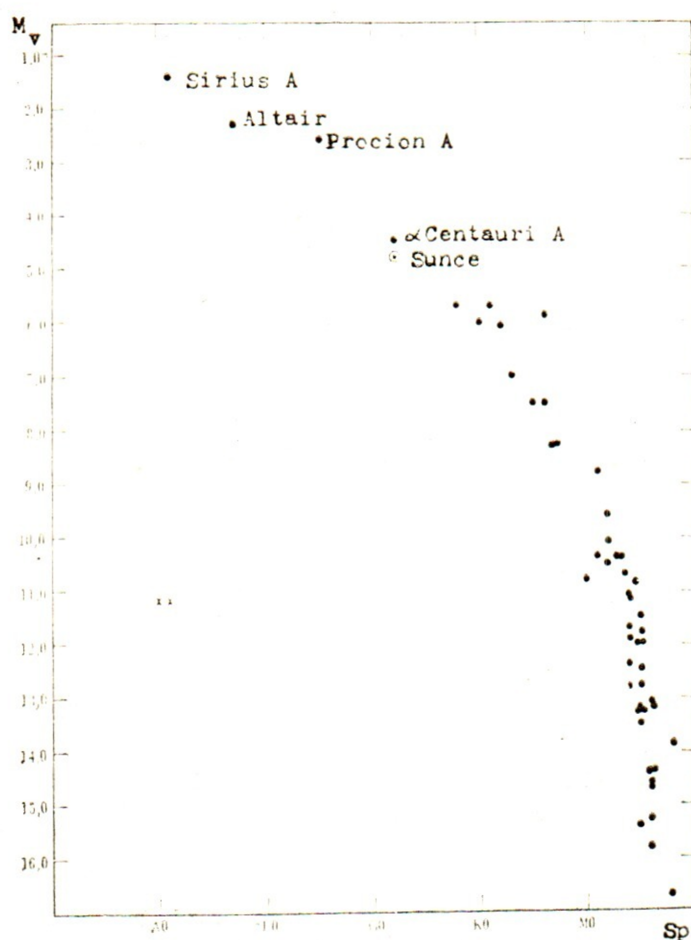
Klasifikaciji zvezda po karakteristikama spektara (lit. 1), dvadesetih godina ovog veka dokazan je dublji fizički smisao. Iz svakodnevnog života znamo da u raznim stepenima zagrejanosti — usijanja, materijali imaju različitu boju. Slično je i sa zvezdama. Njihov spektar ne govori samo o hemijskom sastavu, već i o temperaturi zvezde, odnosno njene površine sa koje nam i dopire najveći deo zračenja. S obzirom na gotovo uniforman hemijski sastav ogromne većine zvezda (po masi: 73% vodonika, 25% helijuma), njihove različite temperature glavni su uzrok spektralne raznolikosti. One određuju stanje gasa koji okružuje zvezdu, a time i izgled spektra, kao i vrstu i karakter linija koje su u njemu zastupljene. Nažalost, zbog složenosti uslova koji vladaju na zvezdama, svi metodi određivanja temperature zvezda u osnovi su približni, a tačnost im zavisi od toga koliko primenjeni teorijski model odgovara realnim uslovima na površini zvezde. Ta približnost, ipak nije smetnja najširoj primeni ovih metoda, koji su već astrofizici dali brojne dobre rezultate.

Najčešće, temperatura zvezde se određuje primenom zakona zračenja crnog tela. Ovaj metod zahteva da se pretpostavi postojanje uslova termodinamičke ravnoteže. Međutim, kako se zvezda ne može smatrati idealnim crnim telom, ni ovako dobijena temperatura se ne može smatrati tačnom. Zavisno od toga iz kog zakona je temperatura izvedena, ona ima odgovarajuće ime. Pod efektivnom temperaturom tela T_{eff} podrazumeva se temperatura apsolutno crnog tela, čija svaka jedinica površine izračuje isti ukupni fluks energije (intergrisan po celom spektru), kao i jedinica površine datog tela.

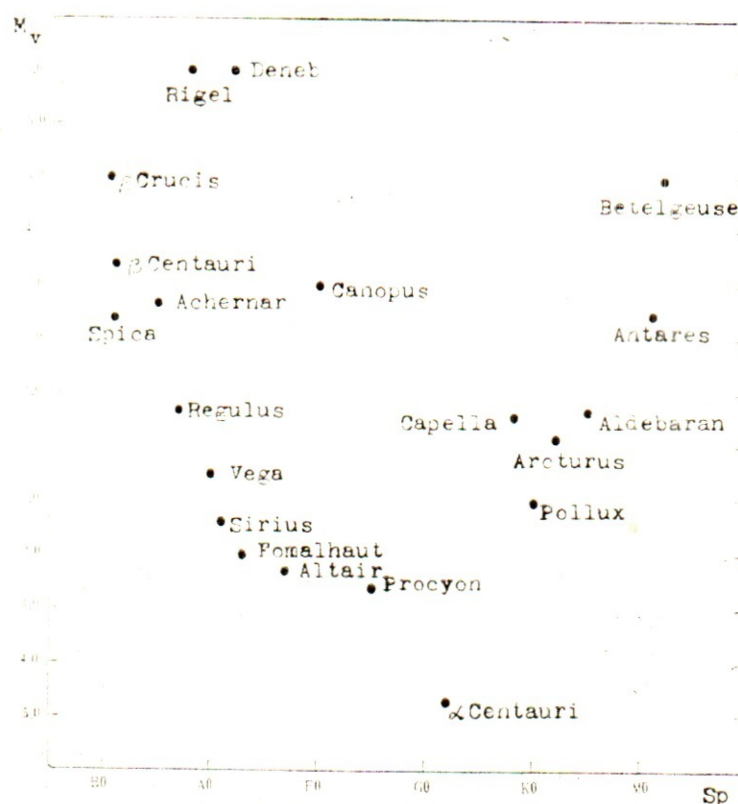
Na prelazu iz prošlog u ovaj vek rodila se ideja da su razlike u spektrima vezane za različitu fizičku građu zvezda. Potvrdu ove pretpostavke, i mnogo više od toga, ostvarili su u svojim radovima Danac *Ejnar Hercšprung* (1873—1967.) 1905. i 1907. godine i Amerikanac *Henri Noris Rasel* (1977—1957). 1913. godine. Pokazalo se da zvezde ne mogu imati bilo koje vrednosti sjaja i temperature, već samo određene. Hercšprung je to uočio nanoseći zvezde čije su udaljenosti bile poznate, na dijagram čija je jedna osa predstavljala apsolutnu zvezdanu veličinu (*M*), a druga kolor indeks (*CI*). Rasel je isti rezultat dobio na dijagramu čije su ose predstavljale luminoznost (sjaj) (*L*) i spektralne klase (*Sp*) po harvardskoj klasifikaciji. Danas se najčešće na jednu osu nanosi apsolutna vizualna zvezdana veličina M_v, a na drugu *Sp*, mada se isto tako, na jednu osu mogu nanositi uzajamno srazmerne veličine M_v, M_b — apsolutna bolometrijska zvezdana veličina ili *L*, a na drugu *Sp*, T_{ef} ili *CI*. Svaki od ovih dijagrama naziva se dijagram spektar-sjaj ili Hercšprung-Raselov, kraće *H-R dijagram*.

Kako izgleda koncentracija zvezda oko određenih vrednosti parametara, za zvezde u najbližoj okolini Sunca (udaljenost do 5 *pc*), prikazano je na sl. 1. Ako pak, metod primenimo na 20 najsjajnijih zvezda, dobićemo sl. 2, koja kao da produžava i grana niz sa prethodne slike. Konačno, sl. 3 predstavlja šematski *H-R dijagram* za sve zvezde čije su udaljenosti poznate. Ogromna većina zvezda, među kojima i naše Sunce (označeno krstićem) i Sirijus (kvadratić), nalaze se na dijagonalnoj traci, koja se naziva *Glavni niz*. Među njima, najsjajnije su zvezde ranih spektralnih klasa i najviših temperatura. Na dijagramu su jasno uočljive, iako znatno malobrojnije, još tri grupe zvezda:

— *Crveni džinovi* — zvezde velikog sjaja, ali relativno niskih efektivnih temperatura (spektralne klase *K*, *M*), među koje spada i Poluks, označen kružićem.



Sl. 1



Sl. 2

— *Superdžinovi* — izuzetno sjajne zvezde. Tipičan predstavnik je Betelgeze (na slici trougao).

— *Beli patuljci* — zvezde malog sjaja, ali jako visokih efektivnih temperatura (na primer Sirijus B).

Imena koja su ove grupe dobile, prvobitno su se odnosila samo na sjaj i boju, ali ubrzo je utvrđeno da u potpunosti odgovaraju i dimenzijama zvezda (vidi zadatke 7 i 8).

Analiza H-R dijagrama pokazuje da je raspon apsolutnih veličina zvezda $-8^m < M_v < 19^m$, što odgovara razlici sjaja od 6×10^{10} (šezdeset milijardi) puta! Pritom radijusi zvezda variraju 100 000 puta, krećući se u rasponu $0.01R_0 < R < 1000R_0$ (R_0 — radijus Sunca). Razlike efektivnih temperatura su nešto manje. Njihove vrednosti se kreću od 2000 K do 50 000 K.

Dalje, svojevrsni „pregled" neba pokazuje da na jednog superdžina dolazi oko hiljadu crvenih džinova i oko deset miliona zvezda Glavnog niza. Pogled na funkciju sjaja na sl. 4, koja predstavlja relativan broj zvezda sa apsolutnom veličinom između M i $M + \Delta M$, može pokazati da ima najviše zvezda sa sjajem 10 000 puta manjim od Sunčevog, odnosno da je mnogo više hladnih i slabih, nego toplih i sjajnih zvezda.

Da bi se bolje sistematizovao položaj zvezda na H-R dijagramu, s obzirom na razlike u sjaju i na uočavanje sve finijih spektralnih karakteristika savremenim instrumentima, u praksu je ušla *MKK klasifikacija* (po autorima Morganu, Kinenu i Kelmanu), sl. 5, koja zvezde po njihovom sjaju deli u sedam klasa, i to su:

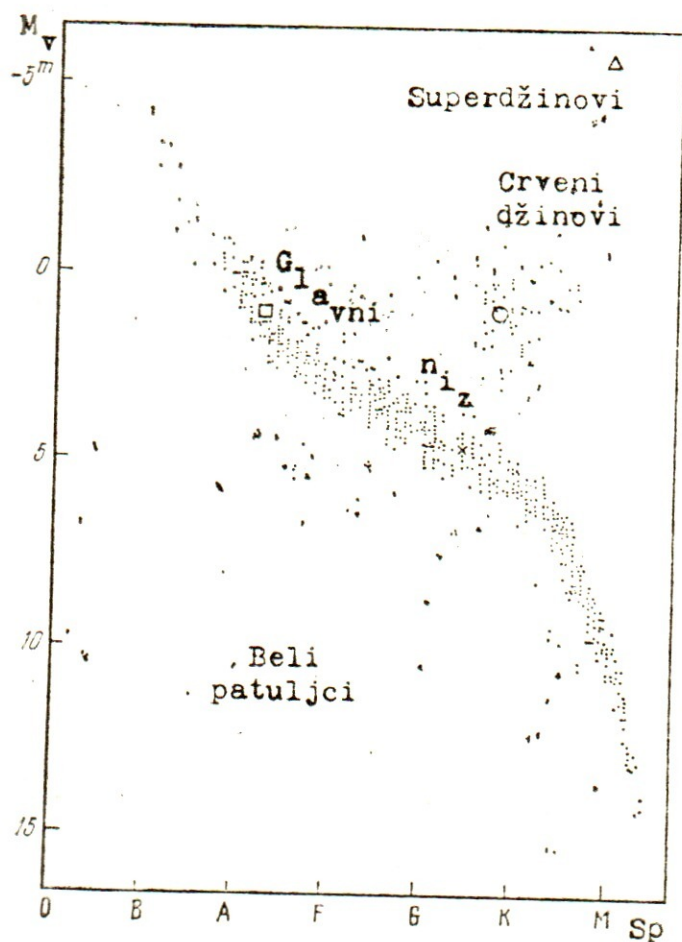
I — superdžinovi
II — sjajni džinovi
III — džinovi
IV — subdžinovi
V — zvezde Glavnog niza
VI — sjajni subpatuljci
VII — beli patuljci

Redni broj *MKK* klase sjaj piše se u produžetku oznake za spektralnu klasu. U skladu sa ovim, oznaka za spektar Sunca je G2V.

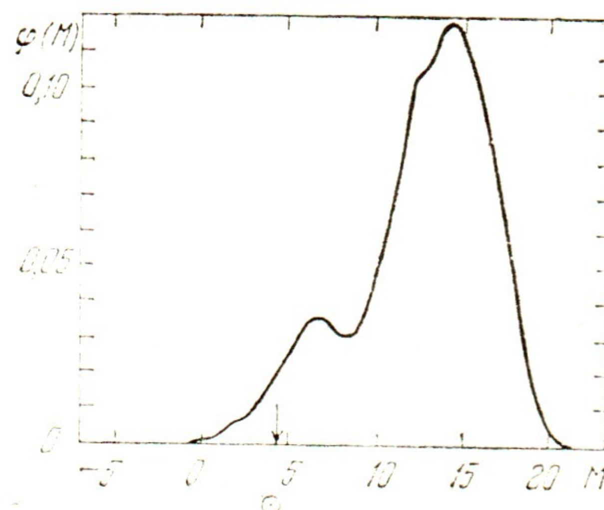
U cilju kvantitativnih analiza, ovako razvijen *H-R* dijagram se češće prikazuje u obliku tablice (tablica 1). Tablica 2 (kao i tablica 1, preuzeta iz 4), daje efektivne temperature koje odgovaraju spektralnim klasama, kao i bolometrijske popravke, koje omogućuju prelaz sa vizuelnih apsolutnih veličina na bolometrijske.

Uz nevelik broj posmatranih podataka koji pokazuju nagle promene stanja zvezde (na pr. eksplozije supernovih), izgled *H-R* dijagrama predstavljao je jednu od odlučujućih potvrda da zvezde imaju evoluciju. Karakteristike *H-R* dijagrama i danas čine glavni probni kamen za svaku

Sp	M_V Superdžinovi Ia	Ib	Sjajni džinovi II	Džinovi III	Subdžinovi IV	Patuljci glavnog niza V	Osnovni glavni niz V	Beli patuljci VII	Subpatuljci VI	crvena grana	horizont. grana
O5	−6,4			−5,4		−5,7					
B0	−6,7	−6,1	−5,4	−5,0	−4,7	−4.1	−3,3	+10,2			
B5	−6,9	−5,7	−4,3	−2,4	−1,8	−1,1	−0,2	+10,7			+2,3
A0	−7,1	−5,3	−3,1	−0,2	+0,1	+0,7	+1,5	+11,3			+0,8
A5	−7,7	−4,9	−2,6	+0,5	+1,4	+2,0	+2,4	+12,2			+0,5
F0	−8,2	−4,7	−2,3	+1,2	+2,0	+2,6	+3,1	+12,9			+0,4
F5	−7,7	−4,7	−2,2	+1,4	+2,3	+3,4	+3,9	+13,6	+4,8	+4,8	+0,4
G0	−7,5	−4,7	−2,1	+1,1	+2,9	+4,4	+4,6	+14,3	+5,7	+4,1	+0,3
G5	−7,5	−4,7	−2,1	+0,7	+3,1	+5,1	+5,2	+14,9	+6,4	+2,0	−0,1
K0	−7,5	−4,6	−2,1	+0,5	+3,2	+5,9	+6,0	+15,3	+7,3	−0,2	−0,6
K5	−7,5	−4,6	−2,2	−0,2		+7,3	+7,3	+15	+8,4	−2,2	−2,2
M0	−7,5	−4,6	−2,3	−0,4		+9,0	+9,0	+15	+10	−3	−3
M2	−7		−2,4	−0,6		+10,0	+10,0		+12		
M5				−0,8		+11,8	+11,8		+14		
M8						+16			+16		



Sl. 3. H—R dijagram za zvezde poznatih udaljenosti.



Sl. 4. Funkcija sjaja — raspodela zvezda po apsolutnim zvezdanim veličinama. Većina zvezda ima hiljadama puta manji sjaj nego Sunce.

Tablica 2

	Glavni niz, V		Superdžinovi, I		Džinovi, III	
Sp	T_{eff}	BC	T_{eff}	BC	T_{eff}	BC
O5	40 000	—4.0				
B0	28 000	—2.8	30 000	—3		
B5	15 500	—1.5				
A0	9 900	—0.40	12 000	—0.5		
A5	8 500	—0.12				
F0	7 400	—0.06	7 000	—0.1		
F5	6 580	0.00				
G0	6 030	—0.03	5 700	—0.1	5 600	—0.03
G5	5 520	—0.07	4 850	—0.3	5 000	—0.2
K0	4 900	—0.19	4 100	—0.7	4 500	—0.5
K5	4 130	—0.60	3 500	—1.2	3 800	—0.9
M0	3 480	—1.19	2 960	—1.9	3 200	—1.6
M5	2 800	—2.3		—3.2		—2.8
M8	2 400					

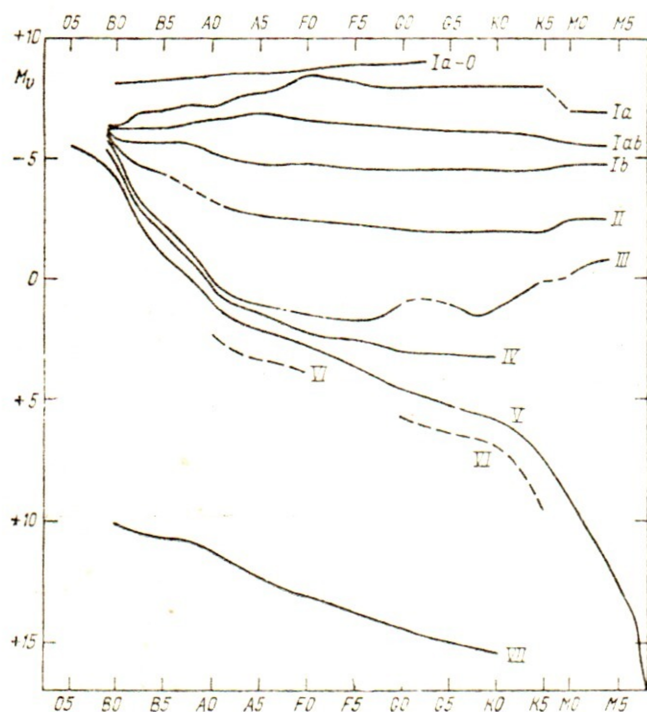
teoriju zvezdane evolucije. Još je Rasel pokušao da evoluciju zvezda prikaže kao kretanje po Glavnom nizu od gornjeg levog do donjeg desnog ugla. Danas međutim znamo da se zvezda u toku evolucije „kreće" po dijagramu na mnogo složeniji način (2, sl. III. 1).

Često se na *H-R* dijagramu odvojeno predstavljaju pojedine grupacije zvezda, vezane po fizičkoj srodnosti ili po mestu: jata, pojedine galaktičke populacije. Takav *H-R* dijagram pruža sliku o njihovim fizičkim odlikama, stepenu evolucije i sl. Evo nekoliko najvažnijih parametara koji se mogu dobiti primenom dijagrama:

Svakoj zvezdi čiji spektar odredimo dovoljno precizno da možemo naći i *MKK* klasu sjaja, sa dijagrama možemo direktno očitati apsolutnu veličinu.

Odredivši apsolutnu veličinu, lako možemo izračunati i daljinu do zvezde (zadaci 5 i 6).

Konačno, zvezdama kojima poznajemo sjaj i efektivnu temperaturu, možemo odrediti, na osnovu zakona zračenja crnog tela, i radijus (zadaci 7 i 8).



Sl. 5

ZADACI

Ako ste dobro razumeli osobine H—R dijagrama, prva četiri zadatka možete rešiti bez računanja:

1. Postoje li zvezde spektralne klase A sa apsolutnom zvezdanom veličinom (vizuelnom) 4^m?

2. Može li sjaj zvezde spektralne klase B biti veći od Sunčevog 10 000 puta?

3. Postoje li zvezde čija je sjaj sto puta manji od Sunčevog, a temperatura im je oko 30 000 K?

4. Koja zvezda, G 8 III ili G 7 V, ima veći radijus?

5. odrediti približno daljinu do Aldebarana (α Tau), ako se zna da mu je spektralna klasa K 5 III, a prividna veličina $m_v = 0^m,85$.

R e š e n j e: Sa H—R dijagrama (u stvari, iz tablice 1) pročitamo da spektralnoj klasi K 5 III odgovara apsolutna veličina $M_v =$ $= —0^m,2$. Inverzijom formule

$$M = m + 5 — 5 \log r$$

dobijamo za udaljenost

$$\log r = 1 + 0,2\,(m — M)$$

pa je numerički

$r = 16,2pc = 53$ svetlosnih godina

6. Odrediti približno daljine i do sledećih zvezda, ako su poznate njihove spektralne klase i prividne veličine:

a) Procyon (αCMi), F 5 IV, $m_v = 0,35$

b) Spica αVir, B 1 V, $m_v = 0,96$.

c) Deneb (αCyg), A 2I, $m_v = 1,25$.

7. Odrediti približno relativni radijus Antaresa (αSco) u odnosu na radijus Sunca, ako

se zna da mu je spektralna klasa M 1I b.
Rešenje: Primenimo na zvezdu Štefan-Bolcmanov zakon zračenja crnog tela. Po tom zakonu, jedinica površine zvezde zrači energiju $\varepsilon = \sigma T_*^4$, gde je $\sigma = 5{,}67\ 10^{-8}$ W $m^{-2}K^{-4}$ Štefan-Bolcmanova konstanta, a T_* je efektivna temperatura zvezde. Zvezda će, kao sfera, tada zračiti ukupnu energiju

$$L_* = 4\pi R_*^2 \sigma T_*^4$$

gde je R_* — radijus zvezde.

Između veličina L_* i M_{*b}, koje karakterišu apsolutni sjaj zvezde, možemo uspostaviti odnos dat Pogsonovim zakonom za veličine E i m, koje su odraz prethodnih veličina na površini Zemlje. Ako Pogsonov zakon primenimo na ispitivanu zvezdu i Sunce, čije su nam karakteristike poznate, imaćemo

$$\log L_*/L_\odot = 0.4\,(M_{\odot b} - M_{*b}) \qquad (1)$$

odakle možemo dobiti relativni sjaj zvezde $L_*/L_\odot$. Ako isti količnik za zvezdu i Sunce napravimo i na osnovu Štefan-Bolcmanovog zakona, neposredno ćemo za radijus zvezde dobiti:

$$R_* = R_\odot\ (T_\odot/T_*)^2\ \sqrt{L_*/L_\odot} \qquad (2)$$

Iz tablica 1 i 2 možemo za Antares približno dobiti $M_{*b} = -6^m{,}7$ $T_* = 2900\,K$. Za Sunce su $M_{\odot b} = 4^m{,}8$ i $T_\odot = 5770\,K$.

Iz formula (1) i (2) redom dobijamo:

$$L_*/L_\odot = 39\,810,$$

dakle Antares je oko 40 000 puta sjajniji od Sunca,

$$R_* = 790\ R_\odot$$

a poluprečnik mu je skoro 800 puta veći, što je sasvim normalno, s obzirom na klasu sjaja kojoj pripada Antares. (Kojoj?)

8. Odrediti relativne radijuse i sledećih zvezda, znajući njihove spektralne klase:
a) Vega (αLyr) A 0 V
b) Kohab (βUMi) K 4 III
c) Sirius B (manje sjajna komponenta αCMa)
(dA 0 VII, $M_{*b} = 12^m$, $T_* = 9700$ K)

LITERATURA

1. Čabrić, N.: 1982, *Vasiona* XXX 1,18.
2. Angelov, T.: 1981, *Vasiona* XXIX 4, 70.
3. Angelov, T.: 1974, *Velike epohe u razvoju astronomije*, 89, KNU, Beograd.
4. Allen, C.W.: 1973, *Astrophysical quantities*, Athlone press, London.
5. Бакулин, П. И., Кононович, Э.В., Мороз, В. И.: 1977, *Курс общей астрономии*, Наука, Москва.
6. Левитан, Е. П: 1979, *Астрономия*, Высшаа школа, Москва.
7. Каплан, С. А: 1977, *Физика звезд*, Наука, Москва.
8. Херрман, Д: 1981, *Открыватели неба*, Мир, Москва.

ABOUT THE H-R DIAGRAM

V. Kršljanin

The paper introduces elementary ideas about the HR diagram, and gives same exercices.

НОВОСТИ И БЕЛЕШКЕ

СМАК СВЕТА: ПУТ ИСТА ПРИЧА ДРУГИ

Почетком ове године се говорило и писало о наводној пропасти света која је била предвиђена за 10. март. Узрок ове „трагичне" појаве налажен је у „ређању" планета са исте стране Сунца, што је требало да доведе до пораста утицаја њихових гравитационих поља на Земљу, а то опет до најразноврснијих катастрофа.

Планете се нису поређале дуж једне праве, већ су се, посматрано са Сунца, 10 марта све нашле у кружном исечку од 95⁰. Један од доказа да се никакве неуобичајене катастрофе нису одиграле је и чињеница да се овај број „Васионе" налази пред Вама.

Скрећемо пажњу да ће ове јесени доћи до сличне конфигурације планета. Крајем октобра ће се Сунце, све планете и астероиди Церес и Палас, посматрано са Земље наћи у кружном исечку од 65⁰. Поред тога, 15 новембра, у доба младог Месеца, Месец, Меркур, Венера и Јупитер ће се налазити у кругу полупречника 3,5⁰ око Сунца.

За астрономе оваква груписања планета немају никакав научни интерес који им се погрешно приписује. Сматрали смо за потребно да поменемо новембарско груписање не зато што ће оно довести до смака света, већ на против, да покушамо да допринесемо разбијању потпуно погрешних идеја о астрономским појавама.

Sky and Telescope, В.Ч.

Март 1982, стр. 229.

НОВИ ПОДАЦИ О РОТАЦИЈИ СУНЦА

Резултати 28-дневних узастопних посматрања и мерења које је у лето 1980. у Теиде Опсерваторији у Тенерифеу извршио научни тим са Бирмингмеског Универзитета, показују да централни делови Сунца ротирају брже од површинских слојева. Посматрањем видљиве површине утврђено је да се Сунце обрне око своје осе за 25 дана, док према овим резултатима језгро Сунца изврши пуну ротацију за само 3 дана.

Пошто није могуће директно утврдити брзину ротације унутрашњости Сунца, ови резултати се базирају на чињеници да су вибрације тела које се врти проузроковане управо ротацијом. Од неколико различитих фреквенција вибрирања Сунца, најлакше је испитивати вибрацију од 3300 μHz.

Циљ испитивања је био, уз помоћ специјално пројектованог спектрометра утврдити евентуално Доплерово померање спектралне линије неутралног калијума на 766,9 nm, које би било потврда „подрхтавања" Сунчеве површине, тј. веће брзине ротације од до сада уочене. Као што се и очекивало, у дијаграму зависности интезитета осцилација од фреквенција, уочене су три групе линија, од којих су линије у двема групама виших фреквенција биле разложене у три, односно пет компоненти. Размак између појединих линијау свакој групи је износио 135 μHz, што је у сагласности са постојећим моделом Сунчеве унутрашњости, уколико се крајњи проводни слој завршава дубље него што се мислило.

Уколико би брзина ротације Сунца била једнака брзини ротације видљиве површине, тада би компонене сваке линије били раздвојене за 0,4 μHz. Установљено раздвајање од 0,75 μHz и померање ка вишим фреквенцијама, недвосмислено указују на већу брзину ротације језгра.

Како, међутим, вибрације нису ограничене само на површинске слојеве, већ се протежу и до центра Сунца, то су брзине ротације установљене овом методом просечне вредности брзина ротаије од површине до језгра. Према томе, централни делови Сунца морају ротирати знатно брже од површинских.

Већ поменути тродневни период ротације би имало језгро чији би полупречник износио 1/6 полупречника Сунца. Уколико би се, међутим, језгро простирало све до површинских споро-ротирајућих слојева, тада би период његове ротације био 12 дана.

Ови резултати не противрече теорији. Напротив, верује се да је Сунце, док је било „младо", ротирало брже, а да је отицањем честица Сунчевог ветра губило обртни момент. Овај губитак је условио успоравање ротације површинских слојева, док је језгро Сунца задржало првобитну брзину ротације. Г. М.

ПОСМАТРАЧКИ МАТЕРИЈАЛ САКУПЉЕН ЈАПАНСКИМ САТЕЛИТОМ „ХАКУЧО"

Сателит „Хакучо" (Лабуд) лансирао је Институт за васионске и аеронаутичке науке Токијског универзитета фебруара 1979 год. Маса сателита је 96 kg и конструисан је тако да детектује Х-зраке. Ово је тренутно једини сателит овог типа у орбити, јер су амерички и британски сателити исте намене престали са радом до почетка 1980. године.

Прво откриће добијено помоћу података са „Хакуча" односи се на извор Х-зрака у Орлу. Регистрован је нагли бљесак у овом подручју таласних дужина. Посматрања астронома из других земаља обављена су, нажалост прекасно — већ када се бљесак завршио.

20. јуна 1979. године инструменти на сателиту регистровали су да је извор Х-зрака у Лабуду, за који се предпоставља да би могао бити црна рупа, постао поново активан. Ово је допринело да Институт за технологију у Масачусетсу пошаље велики опсерваторијски балон, а астрономи Универзитета Орегон обавили су и оптичка посматрања.

„Хакучо" је учествовао и у обимним међународним посматрањима специјалног извора Х-зрака у Шкорпиону. Овај извор је идентификован као пулсар и одликује се брзим и честим бљесковим. Посматрања су истовремено вршена и помоћу „Хакуча" и из опсерваторија на Земљи у оптичком и радио-подручју. У овом послу учествовали су астрономи из шест земаља.

Рачуна се да би „Хакучо" могао нормално да ради до марта 1981. године, мада постоје изгледи да информације пристижу и годину дана дуже. Н. Ч.

по „Вести из Јапана" Бр. 4, 1980 стр. 9

SUPERNOVE ZVEZDE SA POČETKA 1981. GODINE

Početak 1981. godine bio je izuzetan, po broju otkrivenih sjajnih supernovih zvezda.

27. februara amater Robert Evans iz Australije otkrio je vizuelno supernovu zvezdu u galaksiji NGC 1532. Do tada nevidljiva zvezda dostigla je u maksimumu 13. veličinu. Nova pripada II tipu.

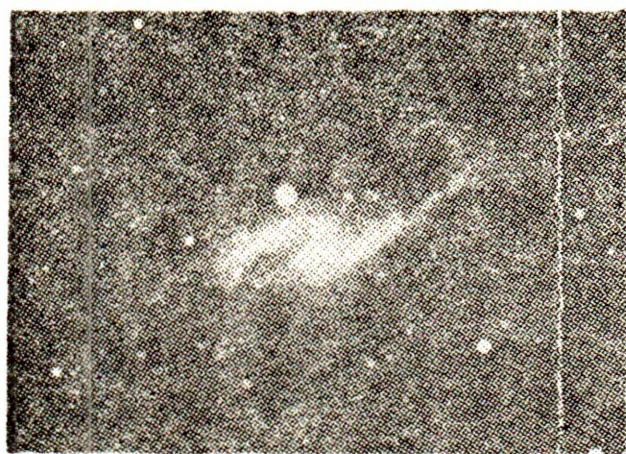
2. marta sovjetski astronom Cvetkov otkrio je supernovu u galaksiji NGC 4536 (vidi fotografiju i sledeću noticu). U maksimumu sjaja imala je 12. veličinu; spada među najsjajnije supernove poslednjih godina.

9. marta sveštenik Evans pronašao je i drugu supernovu, ovoga puta u galaksiji NGC 1316. Svetlo telo dostiglo je 13. veličinu. Interesantno je da je Evans u istoj galaksiji, novembra 1980. godine uočio supernovu zvezdu.

Evansov trostruki nalaz u ovako kratkom vremenu je amaterski, a možda i profesionalni rekord.

Milan Jeličić

Prema Sky and Telescope, maj 1981.



Supernova zvezda, 12. prividne veličine iz galaksije NGC 4536 ($\alpha = 12^h31,^m9$, $\delta = 2°08'$). Snimak je načinjen 7. marta 1981. sa Teksas-Griboval elektronografskom kamerom koja je bila priključena na Kasagrenov fokus 72-centimetarskog teleskopa Mak Donald opservatorije. Snimak je načinjen u plavoj svetlosti. Ekspozicija je trajala 90 minuta.

SUPERNOVA U GALAKSIJI NGC 4536·

Na Krimskoj stanici Državnog astronomskog instituta „P.K. Šternberg" — GAIŠ, na kojoj se već skoro 20 godina u okviru službe za supernove vrše snimanja 40-centimetarskim astrografom, nedavno je astronom D. J. Cvetkov otkrio supernovu zvezdu.

Analizirajući na blink-komparatoru snimke bogatog jata galaksija u Devici, D. J. Cvetkov je otkrio sjajni zvezdani lik u spiralnoj galaksiji NGC 4536. Pošto objekta na ranijim pločama nije bilo, a nove su govorile da se ne pomera, zaključio je da je to supernova zvezda.

Nalazila se 50″ severoistočno od jezgra galaksije. Sjaj supernove u momentu otkrića bio je $12{,}3^m$, što je otprilike ravno sjaju cele galaksije. Pošto je jato galaksija udaljeno 15 Mpc izlazi da je apsolutna veličina supernove — $18{,}6^m$. Tako visoki sjaj karakterističan je za supernove zvezde I tipa u blizini maksimuma sjaja.

Kroz nedelju dana supernova je dostigla maksimum sjaja, a zatim je počeo brzo slabiti. Prema. Земля и Вселенная No 5/1981.

Milan Jeličić

НОВО ОДРЕЂИВАЊЕ ХАБЛОВЕ КОНСТАНТЕ

После рада на провери растојања до великог броја спиралних и елиптичких галаксија, познати француски астроном Ж. де Вокулер одредио је нову вредност за Хаблову константу:

$$H = 100 \pm 10 \text{ kms}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$$

Величина H повезује удаљеност до одређеног вангалактичког објекта D и брзину којом се он удаљује од нас $V = HD$. Ову зависност теоријски је предсказао, на основу опште теорије релативности, совјетски математичар Фридман, у периоду од 1922 — 1924. године. Експериментално је доказао познати амерички астроном Хабл, 1929. године. Сам Хабл одредио је у почетку величину константе: $H = 550$ km s^{-1} Mpc^{-1} Од тада, скала вангалактичких растојања је више пута исправљана, углавном због преиспитивања наших представа о апсолутној звезданој величини променљивих звезда — цефеида. Почетком 60-их година, за Хаблову константу се већ узимала вредност: $H = 100$ km s^{-1} Mpc^{-1} 1968. године, амерички астроном А. Сендејџ одредио је величину $H = 75$ km s^{-1} Mpc^{-1} која је следећих седам година узимана као највероватнија. Године 1975. Сендејџ и швајцарски астроном Г. Таман, добили су до сада коришћену вредност: $H = 55$ km s^{-1} Mpc^{-1}

Познавање тачне вредности изузетно је важно, не само за брзо и једноставно одређивање растојања до удаљених вангалактичких објеката на основу брзине њиховог удаљавања, већ и за наше представе о старости Васионе. Јасно је да је ширење посматраног система галаксија почело сразмерно пре $D/V = 1/H$ година. Познавање Хаблове константе и средње густине материје у Васиони (коју је такође немогуће установити, ако се не поседују тачни подаци о растојањима до галаксија) омогућује одређивање старости Васионе и одређивање њене даље „судбине"; хоће ли у једном тренутку силе гравитационог привлачења зауставити бег галаксија, или ће се оне заувек удаљавати једна од друге.

Последњих година одређена су растојања до неколико стотина блиских и удаљених галаксија. Радило се на широком фронту: Поново су одређивана растојања до звезданих јата која садрже це-

феиде, у нашој и суседној галаксији: одређене су апсолутна звездна величина збијених (затворених) јата и супернових звезда. Биле су разрађене нове методе одређивања растојања до галаксија, напр. одређивање растојања по ширини линија неутралног водоника (21 cm), који се налази у галаксијама, као и по осветљености галаксија у инфрацрвеној области. Совјетски астрофизичари Р. Сињајев и академик J. Зељдович предложили су коришћење посматрања рентгенског зрачења врелог гаса, који испуњава јата галаксија, а такође и посматрање реликтног зрачења које пролази кроз тај гас.

Нова вредност Хаблове константе коју је добио Вокулер, по набројеним методама је и најтачнија. Ако се она користи, старост Васионе износи: $1/H = 9{,}8 \pm 1$ милијарди година, док је до сада призната величина Хаблове константе указивала на старост Васионе од 18 милијарди година. Поред тога, старост Васионе одређена путем хемијске анализе састава звезда и маглина, износи 12 ± 2 милијарди година., тј. не разликује се много од Вокулерове вредности за Хаблову константу.

„Земля и Вселенная" 1980. No 5, 14.

превео *Бркић Бранислав*

ВЕСТИ ИЗ НАШЕ ЗЕМЉЕ

ПОСЕТА СОВЈЕТСКИХ АСТРОНОМА

Народну опсерваторију и Планетаријум Астрономског друштва „Руђер Бошковић" посетило је 29. 10. 1981. 13 совјетских астронома из групе која је присуствовала VI ЕРМА у Дубровнику.

Гости су на Народној опсерваторији упознати са радом Друштва, показан им је телескоп и приказана прошлост Београда.

Затим је демонстриран рад модернизованог Планетаријума (преко лета је направљен аудиовизуелни пулт, пројекцисни тунел, екран и снимљена је прва представа). На крају овог трочасовног пријатног сусрета у Планетаријуму је приређена закуска. Свим гостима уручен је последњи двоброј „Васионе" и проспект Народне опсерваторије и Планетаријума.

Милан Јеличић

СУСРЕТ ОСНОВАЦА И АСТРОНОМА

У Основној школи „Јован Поповић" у Новом Саду 6. октобра 1981. год. одржано је „Астрономско вече" у организацији Астрономског друштва „Нови Сад" и управе школе.

У првом делу, приказан је француски научно-образовни филм „Помрачење Сунца 1973", уз стручне коментаре и објашњења проф. др Божидара Јовановића, док је други део вечери био предвиђен за посматрање са астрономским телескопом. Нажалост, због магле, телескопом се могао посматрати само Месец. Уз стручну помоћ и објашњења Зорана Пивничког и Јарослава Францистија, ученици ове школе су са великим интересовањем посматрали детаље на Месечевој површини.

Овој „астрономској вечери" присуствовало је неколико стотина ученика са својим наставницима.

Ј. Франциски



Млади Новосађани из ОШ „Јован Поповић" су са великим интересовањем кроз телескоп посматрали детаље на Месечевој површини 6. октобра 1981. године. (снимио: Ј. Францисти)

Слике на корицама:

Јупитеров прстен снимљеч са „Војаџера 2". Горе десно — светла ивица Јупитера са прстеном са растојања 1,5 милиона км. Горе лево — цртеж „Војаџера" и Јупитеровог прстена. Доле — прстен снимљен са растојања 1,55 милиона км.

Комета Вест 1976. Горњи део лево (на слици) је плаве боје а шири, доњи је црвен.

